

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-283317

(43)Date of publication of application : 29.10.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 7/207

(21)Application number : 04-108632

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 31.03.1992

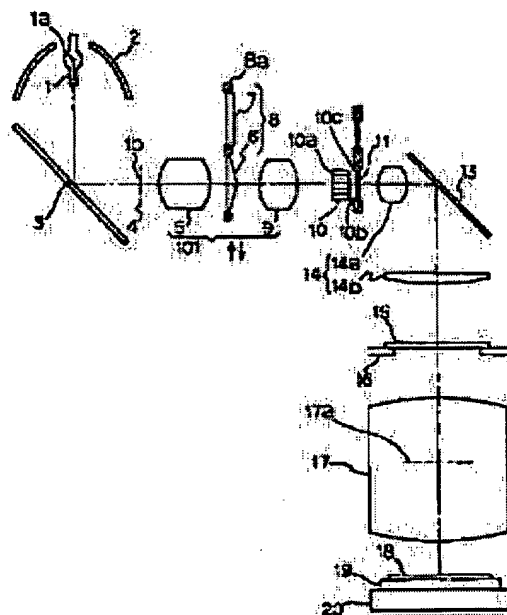
(72)Inventor : SHIOZAWA TAKANAGA  
MURAKI MASATO  
ISHII HIROYUKI  
HAYATA SHIGERU

## (54) ILLUMINATOR AND PROJECTION ALIGNER USING IT

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable projection exposure of high resolution by selecting an optimum illumination system according to the direction or line width of a pattern shape.

**CONSTITUTION:** A light emitter 1 is arranged in a vicinity of the first focus of an elliptic mirror 2: an image of the light emitter 1 is formed in a vicinity of the second focus by a light flux from the light emitter 1 via the elliptic mirror 2, and an irradiation target face is illuminated by a light flux from the image of the light emitter 1 via an optical integrator 10 that is a two-dimensional array of a plurality of microlenses. At this time, an optical device 8 which deflects an incident light flux in a given direction and can be inserted into and extracted from a light path is arranged between the elliptic mirror 2 and the optical integrator 10 so that the distribution of light intensity of the incidence face of the optical integrator 10 may be altered.



## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and an image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by light flux from this light-emitting part, When an irradiated plane is illuminated via an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by light flux from an image of this light-emitting part, A lighting system arranging an optical element which can be inserted and detached from inside of an optical path which makes a prescribed direction deflect an incoming beam, and changing light intensity distribution of an entrance plane of this optical integrator between this elliptic mirror and an optical integrator.

[Claim 2] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and an image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by light flux from this light-emitting part, Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to an entrance plane of an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions according to an image formation system, When an irradiated plane is illuminated by light flux from a projection surface of this optical integrator, A lighting system arranging an optical element which can be inserted and detached from inside of an optical path which makes a prescribed direction deflect an incoming beam near the pupil surface of this image formation system, and changing light intensity distribution of an entrance plane of this optical integrator.

[Claim 3] When an irradiated plane is illuminated via an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by light flux from a light source, A lighting system arranging an optical element which can be inserted and detached from inside of an optical path which makes a prescribed direction deflect an incoming beam, and changing light intensity distribution of an entrance plane of this optical integrator by this optical element between this light source and an optical integrator.

[Claim 4] A lighting system of Claim 1 having an alteration means which changes the degree of incidence angle of light flux to an entrance plane of said optical integrator, 2, or 3.

[Claim 5] A lighting system of Claim 1 having arranged a stop member which passes much light by a periphery compared with the central part near the projection surface of said optical integrator removable, 2, or 3.

[Claim 6] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and an image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by light flux from this light-emitting part, A pattern on the 1st object face is illuminated via an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by light flux from an image of this light-emitting part, When carrying out projection exposure of this pattern on the 2nd object face via a projection optical system, between this elliptic mirror and an optical integrator, arrange an optical element which can insert and detach an incoming beam from inside of an optical path which a prescribed direction is made to deflect, and light intensity distribution of an entrance plane of this optical integrator is changed, A projection aligner adjusting light intensity distribution on a pupil surface of this projection optical system.

[Claim 7] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and an image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by light flux from this light-emitting part, Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to an entrance plane of an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions according to an image formation system, A pattern on the 1st object face is illuminated by light flux from a projection surface of this optical integrator, When carrying out projection exposure of this pattern on the 2nd object face via a projection optical system, arrange an optical element which can insert and detach an incoming beam from inside of an optical path which a prescribed direction is made to deflect near the pupil surface of this image formation system, and light intensity distribution of an entrance plane of this optical integrator is changed, A projection aligner adjusting light intensity distribution on a pupil surface of this projection optical system.

[Claim 8] A pattern on the 1st object face is illuminated via an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by light flux from a light source, When carrying out projection exposure of this pattern on the 2nd object face according to a projection optical system, between this light source and an optical integrator, arrange an optical element which can insert and detach an incoming beam from inside of an optical path which a prescribed direction is made to deflect, and light intensity distribution of an entrance plane of this optical integrator is changed by this optical element, A projection aligner adjusting light intensity distribution on a pupil surface of this projection optical system.

[Claim 9] A projection aligner of Claim 6 having an alteration means which changes the degree of incidence angle of light flux to an entrance plane of said optical integrator, 7, or 8.

[Claim 10] A lighting system choosing the 2nd state of being characterized by comprising the following.

Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and an image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by light flux from this light-emitting part, When an irradiated plane is illuminated via an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by light flux from an image of this light-emitting part, The 1st state of the symmetry of revolution which arranges an optical element which has at least two prism components which can be inserted and detached from inside of an optical path which makes a prescribed direction deflect an incoming beam and whose light intensity of an entrance plane of this optical integrator of a center section is strong between this elliptic mirror and an optical integrator.

It compares with a center section and is a field strong against a peripheral part.

[Claim 11] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and an image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by light flux from this light-emitting part, Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to an entrance plane of an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions according to an image formation system, When an irradiated plane is illuminated by light flux from a projection surface of this optical integrator, An optical element which has at least two prism components which can be inserted and detached from inside of an optical path which makes this a part of image formation system deflect an incoming beam to a prescribed direction is arranged. A lighting system, wherein light intensity of an entrance plane of this optical integrator chooses the 2nd state of having a field strong against a peripheral part compared with the 1st state and center section of the symmetry of revolution with a strong center section.

[Claim 12] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and an image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by light flux from this light-emitting part, A pattern on the 1st object face is illuminated via an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by light flux from an image of this light-emitting part, When projection exposure of this pattern is carried out on the 2nd object face via a projection optical system, Between this elliptic mirror and an optical integrator, arrange an optical element which has at least two prism components which can be inserted and detached from inside of an optical path which makes a prescribed direction deflect an incoming beam, and light intensity distribution of an entrance plane of this optical integrator is changed, A projection aligner, wherein light intensity on a pupil surface of this projection optical system chooses the 2nd state of having a field strong against a peripheral part compared with the 1st state and center section of the symmetry of revolution with a strong center section.

[Claim 13] Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and an image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by light flux from this light-emitting part, Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to an entrance plane of an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions according to an image formation system, A pattern on the 1st object face is illuminated by light flux from a projection surface of this optical integrator, When carrying out projection exposure of this pattern on the 2nd object face via a projection optical system, arrange an optical element which has at least two prism components which can be inserted and detached from inside of an optical path which makes this a part of image formation system deflect an incoming beam to a prescribed direction, and light intensity distribution of an entrance plane of this optical integrator is changed, A projection aligner, wherein light intensity on a pupil surface of this projection optical system chooses the 2nd state of having a field strong against a peripheral part compared with the 1st state and center section of the symmetry of revolution with a strong center section.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]About the projection aligner which used a lighting system and it, in what is called a stepper that is specifically a manufacturing installation of a semiconductor device, this invention illuminates the pattern on a reticle side appropriately, and relates to the lighting system with which high resolution was acquired easily, and the projection aligner using it.

[0002]

[Description of the Prior Art]Progress of the production technology of the latest semiconductor device is remarkable, and its progress of the ultra-fine processing technology accompanying it is also remarkable. Especially optical working technology is attained to the technology of micro processing of having submicron resolution bordering on manufacture of the semiconductor device of 1MDRAM. As a means which raises resolution, in the former many, the exposure wavelength was fixed and the method of enlarging NA (numerical aperture) of the optical system was used. However, these days, an exposure wavelength is changed into i line from g line, and the trial which raises resolution by the exposing method using an ultrahigh pressure mercury lamp is also performed [ that it is various and ].

[0003]The resist process has developed similarly with the development of a method which uses g line and i line as an exposure wavelength. In both this optical system and a process, optical lithography has progressed rapidly conjointly.

[0004]Generally it is known that a stepper's depth of focus is in inverse proportion to the square of NA. If it is going to acquire submicron resolution for this reason, the problem that the depth of focus becomes shallow with it will arise.

[0005]On the other hand, furthermore it is represented by the excimer laser, the method of aiming at improvement in resolution is proposed [ that it is various and ] by using the light of short wavelength. It is known that the effect using the light of short wavelength has an effect which is generally in inverse proportion to wavelength, and focal progress becomes deep only the part which shortened wavelength.

[0006]The method (phase shift method) of using a phase shift mask as a method of using the light of short wavelength formation, and also raising resolution is proposed [ that it is various and ]. Other portions tend to form in some conventional masks the thin film which gives the phase contrast of 180 degrees to a passing beam, and this method tends to raise resolution to it, and is proposed by Levenson and others of IBM (U.S.). Generally resolution RP is shown by formula  $RP = k_1 \lambda / NA$ , when  $\lambda$  and a parameter are made into  $k_1$  and it sets a numerical aperture to NA for wavelength. Usually, it is known that it can be improved substantially [ 0.35 ] by parameter  $k_1$  by which 0.7-0.8 are made a practical use region according to the phase shift method.

[0007]Various things are known by the phase shift method and they are described in detail in the paper of Hitoshi Fukuda for example, after Japanese micro device July, 1990 item 108 page.

[0008]However, in order to actually raise resolution using a spatial frequency abnormal-conditions type phase shift mask, many problems still remain. For example, the following are one of those serve as a problem in the actual condition.

(b) The technology which forms . phase shifting layer is un-established.

(\*\*) Development of optimal CAD for . phase shifting layers is un-established.

(\*\*) Existence of the pattern which cannot attach . phase shifting layer.

(\*\*) Negative resist must be used in relation to . (\*\*).

(\*\*) . inspection and correction technology are un-established.

[0009]For this reason, there are various obstacles in manufacturing a semiconductor device using this phase shift mask, and it is actually very difficult at present.

[0010]On the other hand, by constituting a lighting system appropriately, these people have proposed the exposure device using the exposure method and it which heightened resolution more by Tokuganhei3-28631 (Heisei 3(1991) February 22 application).

[0011]

[Problem to be solved by the invention]These people use the illumination system to which the  $k_1$  factor mainly observed the field where the spatial frequency of the 0.5 neighborhoods is high in the exposure device proposed previously. This illumination system has the deep depth of focus in the place where spatial frequency is high.

[0012]The resolution performance of a pattern of the manufacturing process of actual Integrated Circuit Sub-Division is so as of all sorts as the process for which the high resolution performance of a pattern is needed, and the process which is not needed. Therefore, the projection aligner which can satisfy the demand to the resolution performance called for original with each process is asked now.

[0013]Since this invention corresponds to the integrated circuit manufacturing process which has a routing counter which applies suitable lighting each time according to the pattern shape and resolution which are made into the object which performs projection baking, namely, exceeds a maximum of 20, It can change easily, aiming at effective use of light flux [ for the purpose of the illumination system of a conventional type, and a high resolution type illumination system ], and aims at offer of the lighting system with which high resolution is acquired easily, and the projection aligner using it.

[0014]What used zona-orbicularis Lighting Sub-Division as an exposure method of different high resolving power from the above is

proposed by JP,S61-91622,A. In the gazette, as zona-orbicularis Lighting Sub-Division and a method of usually not dropping utilization efficiency of a beam of light in the case of a change with Lighting Sub-Division, A conical lens is made removable in front of an optical integrator, and distribution of the light included in an optical integrator is made switchable to a circumference round ring shape and a central concentration type by attachment and detachment of the conical lens.

[0015]However, there is no effect in the lighting system as which these people proposed this method previously although there was an effect in zona-orbicularis Lighting Sub-Division not much. Although the proposal which uses distribution of the light included in an optical integrator as a central concentration type from a circumference round ring shape is proposed by JP,S58-81813,A, JP,S58-43416,A, JP,S58-160914,A, and JP,S59-143146,A, There is no effect in the lighting system as which these people proposed these lighting systems previously although there was an effect in zona-orbicularis Lighting Sub-Division not much.

[0016]This invention aims at offer of a lighting system which can be illuminated without not only zona-orbicularis Lighting Sub-Division but these people's reducing utilization efficiency of light flux also to a lighting system into which lighting is changed according to pattern shape proposed previously, and a projection aligner using it.

[0017]

[Means for solving problem]A lighting system of this invention arranges a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror (1-1). An image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by light flux from this light-emitting part. When an irradiated plane is illuminated via an optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by light flux from an image of this light-emitting part, It is characterized by arranging an optical element which can insert and detach an incoming beam from inside of an optical path which a prescribed direction is made to deflect, and changing light intensity distribution of an entrance plane of this optical integrator between this elliptic mirror and an optical integrator.

[0018](1-\*\*) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and an image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by light flux from this light-emitting part. Image formation of two or more microlenses is carried out for an image of this light-emitting part to an entrance plane of an arranged two-dimensional optical integrator according to an image formation system. When illuminating an irradiated plane by light flux from a projection surface of this optical integrator, it is characterized by arranging an optical element which can be inserted and detached from inside of an optical path which makes a prescribed direction deflect an incoming beam near the pupil surface of this image formation system, and changing light intensity distribution of an entrance plane of this optical integrator.

[0019](1-\*\*) When an irradiated plane is illuminated via the optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by the light flux from a light source, It is characterized by arranging the optical element which can insert and detach an incoming beam from the inside of the optical path which a prescribed direction is made to deflect, and changing the light intensity distribution of the entrance plane of this optical integrator by this optical element between this light source and an optical integrator.

[0020](1-\*\*) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by the light flux from this light-emitting part. When an irradiated plane is illuminated via the optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by the light flux from the image of this light-emitting part, The 1st state of the symmetry of revolution which arranges the optical element which has at least two prism components which can be inserted and detached from the inside of the optical path which makes a prescribed direction deflect an incoming beam and whose light intensity of the entrance plane of this optical integrator of a center section is strong between this elliptic mirror and an optical integrator, It is characterized by choosing the 2nd state of having a field strong against a peripheral part compared with a center section.

[0021](1-\*\*) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by the light flux from this light-emitting part. Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to the entrance plane of the optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions according to the image formation system. When an irradiated plane is illuminated by the light flux from the projection surface of this optical integrator, The optical element which has at least two prism components which can be inserted and detached from the inside of the optical path which makes this a part of image formation system deflect an incoming beam to a prescribed direction is arranged. Light intensity of the entrance plane of this optical integrator is characterized by a center section choosing the 2nd state of having a field strong against a peripheral part compared with the 1st state and center section of the strong symmetry of revolution.

[0022]The projection aligner of this invention arranges a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror (1-HE). The image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by the light flux from this light-emitting part. The pattern on the 1st object face is illuminated via the optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by the light flux from the image of this light-emitting part. When carrying out projection exposure of this pattern on the 2nd object face via a projection optical system, between this elliptic mirror and an optical integrator, arrange the optical element which can insert and detach an incoming beam from the inside of the optical path which a prescribed direction is made to deflect, and the light intensity distribution of the entrance plane of this optical integrator is changed. It is characterized by adjusting the light intensity distribution on the pupil surface of this projection optical system.

[0023](1-TO) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by the light flux from this light-emitting part. Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to the entrance plane of the optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions according to the image formation system. The pattern on the 1st object face is illuminated by the light flux from the projection surface of this optical integrator. When carrying out projection exposure of this pattern on the 2nd object face via a projection optical system, arrange the optical element which can insert and detach an incoming beam from the inside of the optical path which a prescribed direction is made to deflect near the pupil surface of this image formation system, and the light intensity distribution of the entrance plane of this optical integrator is changed. It is characterized by adjusting the light intensity distribution on the pupil surface of this projection optical system.

[0024](1-\*\*) The pattern on the 1st object face is illuminated via the optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by the light flux from a light source. When carrying out projection exposure of this pattern on the 2nd object face according to a projection optical system, between this light source and an optical integrator, arrange the optical element which can

insert and detach an incoming beam from the inside of the optical path which a prescribed direction is made to deflect, and the light intensity distribution of the entrance plane of this optical integrator is changed by this optical element. It is characterized by adjusting the light intensity distribution on the pupil surface of this projection optical system.

[0025](1-\*\*) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by the light flux from this light-emitting part. The pattern on the 1st object face is illuminated via the optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions by the light flux from the image of this light-emitting part. When projection exposure of this pattern is carried out on the 2nd object face via a projection optical system, Between this elliptic mirror and an optical integrator, arrange the optical element which has at least two prism components which can be inserted and detached from the inside of the optical path which makes a prescribed direction deflect an incoming beam, and the light intensity distribution of the entrance plane of this optical integrator is changed. Light intensity on the pupil surface of this projection optical system is characterized by a center section choosing the 2nd state of having a field strong against a peripheral part compared with the 1st state and center section of the strong symmetry of revolution.

[0026](1-\*\*) Arrange a light-emitting part near the 1st focus of an elliptic mirror, and the image of this light-emitting part is formed near the 2nd focus of this elliptic mirror via this elliptic mirror by the light flux from this light-emitting part. Image formation of the image of this light-emitting part is carried out to the entrance plane of the optical integrator which arranged two or more microlenses in two dimensions according to the image formation system. The pattern on the 1st object face is illuminated by the light flux from the projection surface of this optical integrator. When carrying out projection exposure of this pattern on the 2nd object face via a projection optical system, arrange the optical element which has at least two prism components which can be inserted and detached from the inside of the optical path which makes this a part of image formation system deflect an incoming beam to a prescribed direction, and the light intensity distribution of the entrance plane of this optical integrator is changed. Light intensity on the pupil surface of this projection optical system is characterized by a center section choosing the 2nd state of having a field strong against a peripheral part compared with the 1st state and center section of the strong symmetry of revolution.

[0027]

[Working example] Drawing 1 is an outline block diagram showing one embodiment of the projection aligner which used the lighting system of this invention, and it, and is the example which applied this invention to the reduced type projected type exposure device called a stepper.

[0028] The light-emitting part 1a is arranged near the 1st focus of the elliptical mirror 2 with light sources, such as a high-intensity ultrahigh pressure mercury lamp in which one in a figure emits ultraviolet rays, a far ultraviolet ray, etc.

[0029] It is condensed by the elliptical mirror 2, and the light emitted from the light source 1 reflects by the cold mirror 3, and forms the image (light-emitting part image) 1b of the light-emitting part 1a near [ 4 ] the 2nd focus of the elliptical mirror 2. The cold mirror 3 comprises a multilayer film, infrared light is made to mainly penetrate and ultraviolet radiation is reflected.

[0030] 101 is an image formation system, has the two lens systems 5 and 9, and is carrying out image formation to the entrance plane 10a of the optical integrator 10 via the optical element 8 which mentions later the light-emitting part image 1b formed near [ 4 ] the 2nd focus. The optical element 8 has the prism component 6 which comprises the cone prism which makes an incoming beam change into a prescribed direction, and the parallel plate 7 which makes an incoming beam eject as it is.

[0031] 8a is an attachment component, and it is constituted so that the prism component 6 and the parallel plate 7 of the optical element 8 may be selectively changed into an optical path and may be arranged. when the parallel plate 7 is in an optical path, the image formation system 101 is an injection side — a call — it is centric. The optical element 8 is located near the pupil surface of the image formation system 101.

[0032] The optical integrator 10 arranges two or more microlenses in two dimensions, constitutes them, and forms the secondary light source 10c near [ the ] the projection surface 10b. 11 is a stop member and has a mechanism in which the aperture shape of owner *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. is changed in an optical path in two or more opening components. The stop member 11 is arranged to the secondary light source 10C to the field to which the dispersed secondary light sources do not overlap.

[0033] 14a is a lens system, condenses the light flux from the projection surface 10b of the optical integrator 10, and is illuminating the reticle 15 which is the irradiated plane laid in the reticle stage 16 with the collimating lens 14b via the stop member 11 and the mirror 13. The lens system 14a and the collimating lens 14b constitute the condenser 14.

[0034] 17 is a projection optical system and is carrying out reduction projection of the pattern drawn on the reticle 15 on the 18th page of the wafer laid in the wafer chuck 19. 20 is a wafer stage and is laying the wafer chuck 19. In this example, the secondary light source 10C near the projection surface 10b of the optical integrator 10 is formed near the pupil 17a of the projection optical system 17 of the condenser 14.

[0035] In this example, according to directivity, a resolving line width, etc. of a pattern of the reticle 15, the prism component 6 of the optical element 8 or the parallel plate 7 is selectively changed into an optical path, and the aperture shape of the stop member 11 is changed if needed. In high resolution, \*\*\*\* is performing projection exposure like the lighting which the light intensity distribution of secondary light source images formed in the pupil surface 17a of the projection optical system 17 by this was changed, and was proposed by above-mentioned Tokuganhei3-28631.

[0036] Next, the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10 is changed by using the optical element 8 in this example, and the changing method of the light intensity distribution of secondary light source images formed in the pupil surface 17a of the projection optical system 17 is explained.

[0037] Drawing 2 and drawing 3 are important section schematic views when the optical path from the elliptic mirror 2 of drawing 1 respectively to the optical integrator 10 is developed. The mirror 3 is omitted in drawing 2 and drawing 3. Drawing 2 and drawing 3 show the case where change each elements 6 and 7 of the optical element 8, and the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10 is made to change.

[0038] Drawing 2 shows the case where the prism component 6 of the optical elements 8 has been arranged for the case where the parallel plate 7 of the optical elements 8 has been arranged in an optical path, in an optical path by drawing 3.

[0039] The illumination system of drawing 2 is a case (the 1st state) where projection which seldom mainly needed high resolving power, but made the depth of focus deep is performed, and is the same lighting as the former. The illumination system of drawing 3 is a case (the 2nd state) where projection by which it is characterized [ of this invention ] and which mainly needs high resolving power

is performed.

[0040] Drawing 2 (C) and drawing 3 (C) show typically the light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10, respectively. Compared with the field of others [ portion / of the slash in a figure ], light intensity is a strong field. Drawing 2 (B) and drawing 3 (B) are the explanatory views showing distribution of the light intensity I along the X axial direction shown in drawing 2 (C) and drawing 3 (C), respectively.

[0041] In drawing 2, the parallel plate 7 of the optical element 8 is arranged in an optical path, and image formation of the light-emitting part image 1b formed in the 2nd focus 4 of the elliptic mirror 2 is carried out to the entrance plane 10a of the optical integrator 10 according to the image formation system 101. As shown in drawing 2 (B) at this time, the light intensity distribution of the direction of X in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 serves as the abbreviated gauss type symmetry of revolution.

[0042] In drawing 3, the prism component 6 of the optical element 8 is arranged in an optical path, and the light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 is the light intensity distribution of ring shape with it, as shown in drawing 3 (B) and drawing 3 (C). [ a weak optical axis part and ] [ strong in the circumference ] This Reason is explained below.

[0043] Drawing 4 shows typically arrangement with the entrance plane 10a of the parallel plate 7 of drawing 2 (A), the lens system 9, and the optical integrator 10. If the optical distance of the forward side principal point position of the parallel plate 7 and the lens system 9 and the backside principal point position of the lens system 9, and the entrance plane 10a of the optical integrator 10 makes the focal distance of the lens system 9  $f_0$  in this example, it will arrange so that it may become distance  $f_0$ , respectively.

[0044] Incidence quantity  $t_1$  from the optic axis to the entrance plane 10a of the light flux which ejects the parallel plate 7 by angle  $\alpha_0$  at this time turns into  $t_1=f_0$  and  $\tan \alpha_0$ . If the height from the optic axis of the outermost light flux which passes the parallel plate 7 is made into  $S_0$ , it is the incidence angle beta to the optical integrator entrance plane 10a, [0045]

[Mathematical formula 1]

$$\beta = \tan^{-1} \left( \frac{S_0}{f_0} \right)$$

It becomes.

[0046] Therefore, when an angle of light flux is shaken in a position (front side focal plane of the lens system 9) of the parallel plate 7, only an incidence position can be changed, without changing an incidence angle to the entrance plane 10a of the optical integrator 10.

[0047] In this example, an optical axis part has changed into light intensity distribution of weak ring shape strong at a periphery in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 by changing to the prism component 6 which comprises the parallel plate 7 from cone prism by the above optical principle.

[0048] Since light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 is equivalent to light intensity distribution of an effective light source formed in the pupil surface 17a of the projection optical system 17, By changing from the parallel plate 7 to the prism component 6, light intensity forms light intensity distribution of a strong effective light source by a peripheral part compared with a center section (optical axis part) on a pupil surface of the projection optical system 17.

[0049] In this example, the stop member 11 is formed near the projection surface 10b of the optical integrator 10, and this stop member 11 has a mechanism in which aperture shape of owner *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. can be made to change two or more openings arbitrarily. Aperture shape of this stop member 11 is made to correspond to form of secondary light source images formed in the pupil surface 17a of the projection optical system 17. For example, it has an opening which passes much light by a periphery compared with the central part.

[0050] The desired effective light source configuration has been acquired in this example, aiming at effective use of light flux by using together the change to the prism component 6 of the optical element 8 or the change to the prism component 6, and change of the aperture shape of the stop member 11. (Even if it, in addition, does not form the stop member 11 in particular in this example, the purpose of this invention can be attained.) In this example, by the above composition. He has composition it is indicated like [ when the minimum line width of the pattern of the reticle 15 is comparatively large ] the conventional lighting system that proposed by previous Tokuganhei3-28631 by drawing 2 (A), and is trying for the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10 to serve as a gauss type (the 1st state).

[0051] The lighting system for high resolution is realized by having composition shown by drawing 3 (A), when the minimum line width of a pattern is small, making it the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10 serve as ring shape, and changing the aperture shape of the stop member 11 (the 2nd state).

[0052] In the 1st state of drawing 2 (A), the parallel plate 7 is inserted in order to suppress the optical path length difference between the lens system 5 and the lens system 9 to the minimum compared with the state where the prism component 6 was inserted 2nd in the state of drawing 3 (A).

The prism component 6 is thin or, sometimes, it may omit this parallel plate 7 that it is uninfluential to the optical performance after the optical integrator 10 etc. in the place which changed somewhat the optical path length difference between the lens system 5 and the lens system 9.

[0053] the position (injection quantity.) of the light flux which passes the parallel plate 7 when drawing 5 and drawing 6 change the focal distance f of the lens system 9 which constitutes the image formation system 101 in this example It is an explanatory view showing the relation between  $S_1$ ,  $S_2$ , and the incidence quantity (height  $t_1$  from an optic axis,  $t_2$ ) in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 to a deflection angle ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ).

[0054] When the focal distance of the lens system 9 is made into  $f_1$  in drawing 5,  $t_1=f_1 \tan \alpha_1$  is materialized. When the focal distance of the lens system 9 is made into  $f_2$  in drawing 6,  $t_2=f_2 \tan \alpha_2$  is materialized.

[0055]If the large focal distance  $f$  of the lens system 9 is taken as shown in these formulas, in the position of the parallel plate 7, incidence position  $t_1$  of predetermined height can be obtained by the entrance plane 10a of the optical integrator 10 by the small deflection angle  $\alpha$ . This means that the angle (prism angle) of the prism component 6 in the 2nd state can be made small, if the large focal distance  $f$  of the lens system 9 is taken. The image formation system 101 out of which aberration cannot come so easily by this can be acquired. The lens system 9 is actually set as the focal distance that a PURUZUMU angle will be 5 degrees – about 20 degrees on balance with the size of the prism component 6.

[0056]As long as the prism component 6 of the optical element 8 in this invention is a component which makes a prescribed direction deflect not only cone prism but an incoming beam, it may be what kind of form. For example, polygonal-pyramid prism, such as 8 pyramid prism shown in 4 pyramid prism shown in drawing 7 (A) or drawing 8 (A), may be used.

[0057]Drawing 7 (B) and drawing 8 (B) express typically the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10 when drawing 7 (A) and the prism component of drawing 8 (A) are used respectively. Compared with the portion of others [ shadow area / in a figure ], light intensity is strong.

[0058]In this invention, the prism component 6 may constitute the parallel plate 7, and three or more kinds of prism components and parallel plates other than two kinds of changes of the prism component 6 switchable like Embodiment 1.

[0059]In this invention, 4 pyramid prism like drawing 7 (A) may be rotated to an optical axis center, and the light intensity distribution of ring shape like drawing 3 (C) may be made by carrying out time smoothing.

[0060]The light source 1 may be moved to an optical axis direction at the same time it changes a prism component, and area size with strong light intensity may be changed.

[0061]Drawing 9 is some important section schematic views of Embodiment 2 of this invention.

[0062]In this example, the half mirror 30 is formed into a front (light source 1 side) optical path rather than the optical integrator 10 compared with Embodiment 1 of drawing 1. It differs in that a part of light flux from the image formation system 101 is entered in the photodetectors 31 (CCD, a quadrisection sensor, etc.), and other composition is the same.

[0063]He measures indirectly the light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10, and is trying to monitor light intensity distribution in this example. This is adjusting the light intensity in the entrance plane 10a, and change of light intensity distribution.

[0064]If the mechanism which is made to rotate the optical element 6 to an optic axis, or carries out eccentricity to an optic axis in this example is used, it will become possible to change the light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 into a desired form.

[0065]Drawing 10 is some important section schematic views of Embodiment 3 of this invention.

[0066]In this example, compared with Embodiment 1 of drawing 1, it equips with the prism component 6 into an optical path, and differs in that the entrance plane 10a side of the optical integrator 10 is equipped with the lens system 33 from which a focal distance differs instead of the lens system 9, and other composition is the same.

[0067]In this example, light was centralized on the narrower field of the entrance plane 10a of the optical integrator 10, and the light intensity distribution of the desired form has been acquired.

[0068]Next, the optical effect of this example is explained using drawing 11 and drawing 12.

[0069]Drawing 11 and drawing 12 show typically the optical path from the optical element 8 (the prism component 6 or the parallel plate 7) to the optical integrator 10. Drawing 13 and drawing 14 show light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 at that time.

[0070]Drawing 11 (A) is arrangement when illuminating the conventional system in Embodiment 1. The angle of the beam of light which can generally enter into the optical integrator 10 was decided, and, in the case of drawing 11 (A), the angle is  $\theta_1$ . The optical system before the optical integrator 10 is designed so that the degree of incidence angle to the optical integrator 10 may not exceed angle  $\theta_1$ . The degree of condensing will be restricted from Lagrange Helmholtz's invariable, for example, the light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 at this time cannot improve the degree of condensing from drawing 13 (A). If it is going to obtain the degree of condensing beyond this, the degree of incidence angle to the optical integrator 10 will exceed angle  $\theta_1$ .

[0071]Drawing 11 (B) is in a state which inserted the prism component 6 into an optical path in Embodiment 1. Light intensity distribution of the entrance plane 10a at this time is shown in drawing 13 (B). The degree of maximum incident angle in probe-index  $S_1$  to the entrance plane 10a of light flux at this time is  $\theta_1$  as well as drawing 11 (A). However, an effective-luminous-flux angle of light flux which actually enters is  $\theta_2$ .

[0072]A maximum incident angle can be made small by putting in the optical element 32 (prism and field lens) ahead of the entrance plane 10a here, as shown in drawing 12 (A). Light intensity distribution of the entrance plane 10a at this time is shown in drawing 14 (A).

[0073]Since a leeway is given in a maximum incident angle here, if the focal distance of the optical system from the prism component 6 to the optical integrator 10 is shortened, the higher degree of condensing can be obtained. Drawing 12 (B) is the example which raised the degree of condensing using the optical principle. At this time, light intensity distribution is drawing 13 (B). In drawing 12 (B), in order to acquire the light intensity distribution of a ring form, the prism angle of the prism component 6 is large.

[0074]In this example, a bias produces the incidence angle in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 by having inserted the prism component 6, as shown above, without the maximum incident angle changing. By amending the bias and optimizing the degree of incidence angle, a leeway is given in an incidence angle, and the degree of condensing is raised until the incidence angle turns into a marginal incidence angle.

[0075]As the concrete means, zoom-izing of the optical system from the prism component 6 to the optical integrator 10, Insertion of prism (it is pyramid prism, when the prism component 6 is cone prism and it is cone prism and pyramid prism), insertion of an aspheric surface lens, or these concomitant use are applicable change-izing of said optical system, and ahead of the optical integrator 10.

[0076]Drawing 15 is some important section schematic views of Embodiment 4 of this invention.

[0077]In this example, the optical element 8 (position of the prism component 6 or the parallel plate 7) is shifted from the pupil of the image formation system 101 compared with Embodiment 1 of drawing 1. It differs in that change the focal distance of the lens system

9 and condensing-ization of the light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 is attained, and other composition is the same.

[0078]In drawing 15, P expresses the pupil surface of the lens system 9. Drawing 15 (A) shows the illumination state of the 1st state in Embodiment 1, and the incidence angle to the optical integrator 10 is  $\theta$ . Drawing 15 (B) shows the illumination state of the 2nd state in Embodiment 1, and this incidence angle is the same  $\theta$  as drawing 11 (A). If the prism component 6 is shifted from the pupil surface P and the luminous flux diameter in P side is made small like drawing 15 (C) at this time, this incidence angle  $\theta$  will be made smaller than angle  $\theta_2$  of drawing 11 (A) and (B). This example changes the collecting point distance of the lens system 9 at this time, and is attaining \*\*\*\* condensed light-ization of the light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10.

[0079]Drawing 16 is an important section schematic view of Embodiment 5 of this invention.

[0080]This example deletes the lens system 5 which constitutes the image formation system 101 compared with Embodiment 1 of drawing 1, and the opening 2a of the elliptic mirror 2 is made to carry out image formation to the entrance plane 10a of the optical integrator 10 according to the lens system 9. And the points which have arranged the optical element 8 near the 2nd focus of the elliptic mirror 2 differ, and other composition is the same.

[0081]That is, in the embodiment of drawing 1, the light-emitting part 1a image of the light source 1 was formed on the entrance plane 10a of the optical integrator 10, and the optical element 8 was formed near the image formation position (position of the image of the opening 2a) of the opening 2a of the elliptic mirror 2 between the light source 1 and the optical integrator 10.

[0082]On the other hand, in this example, the image of the opening 2a of the elliptic mirror 2 was formed on the entrance plane 10a of the optical integrator 10, and the optical element 8 is formed near the image formation position (the 2nd focal position of the elliptic mirror 2) of the light-emitting part 1a between the light source 1 and the optical integrator 10.

[0083]In this example, you were made abbreviated-in agreement, and according to the lens system 9, the front side focal position of the lens system 9 and the 2nd focal position of the elliptic mirror 2 changed into almost parallel light flux the light from the light-emitting part image 1b formed in the 2nd focus, and have turned on the entrance plane 10a of the optical integrator 10. When the prism component 6 is inserted, four parallel pencils have turned on the entrance plane 10a of the optical integrator 10 from the lens system 9.

[0084]Drawing 17 is an important section schematic view of Embodiment 6 of this invention.

[0085]Compared with Embodiment 1 of drawing 1, this example arranges at least two prism components 6a and 6b to an optical axis direction, and constitutes the optical element 8 in it. When changing the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10, Namely, when changing into the 2nd state, equip with the optical element 8 (prism components 6a and 6b) into an optical path, and. As some lens systems 9a which constitute the image formation system 101 are exchanged for other lens systems 9b and the incidence angle to the entrance plane 10a of the chief ray outside an axis becomes small, it differs in that effective use of light flux was aimed at.

other composition is the same — it comes out.

[0086]He arranges the lens system 9a in an optical path, and is trying to become the symmetry of revolution strong [ a center section ], the light intensity of the entrance plane 10a of the optical integrator (the optical element 8 is not used at this time.) 10, i.e., the light intensity in the pupil surface 17a of the projection optical system 17, in the 1st state as lighting at this example.

[0087]And arrange the lens system 9b from which the optical element 8 (prism components 6a and 6b) is arranged in an optical path, and a focal distance differs instead of the lens system 9a, change into the 2nd state, and it is made for the incidence angle of the chief ray to the entrance plane 10a of the optical integrator 10a to become small. He is trying for the light intensity of the entrance plane 10a, i.e., the light intensity in the pupil surface 17a of the projection optical system 17, to have a field strong against a peripheral part compared with a center section.

[0088]Next, the different feature from constitutional Embodiment 1 of this example is explained about a center.

[0089]In drawing 17, the lens system 5 condensed the light flux from the light-emitting part image 1b formed near [ 4 ] the 2nd focus, and has ejected it as a parallel pencil. the image formation system 101 (the lens system 5 and the lens system 9a) is an injection side — a call — it is centric. At least some lens systems of the condenser 14 have become movable in the optical axis direction, and, thereby, are adjusting the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10.

[0090]In this example, according to directivity, a resolving line width, etc. of a pattern of the reticle 15, Change the lens system 9a which is a part of image formation system 101 to the optical element 8 and the lens system 9b having contained the prism components 6a and 6b of two sheets, and change the light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10, and. The aperture shape of the stop member 11 is changed if needed, and the light intensity distribution of secondary light source images formed in the pupil surface 17a of the projection optical system 17 is changed.

[0091]Next, the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10 is changed by using the optical element 8 in this example, and the changing method of the light intensity distribution of secondary light source images formed in the pupil surface 17a of the projection optical system 17 is explained.

[0092]Drawing 18 and drawing 19 are important section schematic views when the optical path from the elliptic mirror 2 of drawing 17 respectively to the optical integrator 10 is developed. The mirror 3 is omitted in drawing 18 and drawing 19. Drawing 18 and drawing 19 show the case where change each element of the optical element 8 and the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10 is made to change.

[0093]Drawing 18 shows the case where removed the lens system 9a for the case where the lens system 9a has been arranged in an optical path, by drawing 19, instead the prism components 6a and 6b and the lens system 9b of the optical element 8 have been arranged in an optical path.

[0094]The illumination system of drawing 18 is a case (the 1st state) where projection which seldom mainly needed high resolving power, but made the depth of focus deep is performed, and is the same lighting as the former. The illumination system of drawing 19 is a case (the 2nd state) where projection by which it is characterized [ of this invention ] and which mainly needs high resolving power is performed.

[0095]Drawing 18 (B) and drawing 19 (B) show typically the light intensity distribution in the entrance plane 10a of the OPUTESHI cull integrator 10, respectively. Compared with the field of others [ portion / of the slash in a figure ], light intensity is a strong field. The figure shows distribution of the light intensity I along an X axial direction.

[0096]Drawing 20 (A), (B), and (C) shows typically the situation of the beam of light which enters into the optical integrator 10 in each system of drawing 18 and drawing 19.  $\theta$  shows among a figure the range (angle) of the beam of light (emitted without being kicked after entering into the optical integrator 10) which can enter into the optical integrator 10. The portion of the grid line in \*\*\*\* expresses the portion with larger light intensity than that of the beam of light which enters into the optical integrator 10.

[0097]Drawing 18 (A) shows the optical arrangement at the time of the usual illumination state. At this time, the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10 is distribution near Gaussian distribution as shown in drawing 18 (B). The degree of incidence angle has become like drawing 20 (A).

When performing Lighting Sub-Division for high resolution in this state, there is the method of inserting the diaphragm 121 which has the embarrasment 121a as shown in drawing 21 [ of the optical integrator 10 / the back or ahead ]. However, since only the light flux of the slash part of the light-intensity-distribution figure of drawing 18 (A) can be used in this case, illumination falls remarkably.

[0098]So, in this example, as shown in drawing 19 (A), the lens system 9a is exchanged for the lens system 9b with a smaller focal distance (when a focal distance of the lens system 9b is made into  $f_{9b}$ ). The prism 6a, the lens system 9b and the lens system 9b, and each optical distance of the entrance plane 10a of the optical integrator 10 are carrying out light intensity distribution in the entrance plane 10a of the optical integrator 10 arranged so that it may become  $f_{9b}$  like drawing 19 (B), respectively.

[0099]And as the degree of beam-of-light incidence angle (the degree of incidence angle of an axial outdoor daylight bunch) becomes small like drawing 20 (C), he is trying to enter into the optical integrator 10 efficiently by inserting the prism component 6b with suitable prism angles just before the optical integrator 10. He is trying for this to use most incoming beams as illumination light.

[0100]In this example, Lighting Sub-Division for high resolution is performed by taking optical arrangement like drawing 19 (A) on the basis of the above principles, without seldom dropping the illumination in an irradiation surface.

[0101]The prism components 6a and 6b provided in a part of image formation 101 in this example may be polygonal-pyramid prism and 4 pyramid prism as shown by drawing 8 other than 4 pyramid prism.

[0102]Although the case where the lens system 9a of drawing 18 (A) which is the usual illumination state was exchanged for the lens system 9b of drawing 19 (A) which is an illumination state for high resolution in this example was explained, each lens which constitutes the lens system 9a may be moved, and the same state as the lens system (zoom-izing) 9b may be made -- carrying out -- a part -- zoom-izing -- or it may constitute so that parts may be exchanged.

[0103]The diaphragm 121 for high resolution as shown in drawing 21 may be attached if needed, and it is not necessary to attach it. In order to change the magnification of the image formation system 101 in this example, the focal distance of the lens system 9a is changed, but the focal distance of the lens system 5 may be changed and both the lens system 5 and the lens system 9a may be changed.

[0104]In this example, if the usual illumination state (the 1st state) and the illumination state for high resolution (the 2nd state) are changed, the illumination homogeneity (illumination unevenness) in an irradiation surface may change to axial symmetry by the difference in the light intensity distribution of the entrance plane 10a of the optical integrator 10. In such a case, by moving some lenses of the optical system 14 to an optical axis direction, aberration, such as distortion, was changed and the illumination unevenness symmetrical with an axis in an illuminated face is amended.

[0105]In the above-mentioned embodiment, although the reticle 15 is arranged as an illuminated face after the optical system 14, the image formation system 14 may be arranged between the optical system 14 and the reticle 15, and the conjugate side of the reticle 15 in the image formation system 14 may be illuminated.

[0106]Drawing 22 is some important section schematic views of Embodiment 7 of this invention.

[0107]It differs in that this example forms the half mirror 43 between the optical integrator 10 and the irradiated plane 15 compared with Embodiment 1 of drawing 1, and the light exposure in the irradiated plane was detected, and other composition is substantially the same.

[0108]In drawing 22, 44 is a reticle side, or a reticle and a conjugate field. 45 is a pinhole and is optically placed by the conjugate position with the field 44. 31 is photodetectors (CCD, a quadrisection sensor, etc.).

[0109]In this example, the effective light source distribution in the center of an irradiated plane can be monitored by taking such composition. It is also possible to monitor the light exposure in an irradiated plane simultaneously in the photodetector 31 in this example.

[0110]Although the case where the half mirror 43 had been arranged between the lens system 13a and the collimator lens 14b in this example was shown, as long as the half mirror 43 is between the optical integrator 10 and the irradiated plane 15, it may be arranged anywhere.

[0111]

[Effect of the Invention]According to this invention, the lighting system in which the projection exposure of the optimal high resolving power is possible, and the projection aligner using it are attained by choosing the illumination system which suited this pattern in consideration of the fineness of the pattern on the reticle side which carries out projection exposure, directivity, etc.

[0112]When exposing the pattern which is not so fine according to this invention, while being able to use by the conventional illumination system as it is, when exposing a fine pattern, the effect that the big depth of focus is obtained using the lighting system with which the loss of light volume can demonstrate high resolution easily few is acquired.

[0113]In order to be able to control image performance by modification of only an illumination system and not to add restrictions to a projection optical system, A lighting system with the effect that did not change to the main character of optical systems, such as the characteristic of distortion and the image surface, adding modification variously by an illumination system, but it is stable, and the projection aligner using it can be attained.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1]The important section schematic view of Embodiment 1 of this invention
- [Drawing 2]Some explanatory views of drawing 1
- [Drawing 3]Some explanatory views of drawing 1
- [Drawing 4]The explanatory view of the optical work of the lens system 9 of drawing 1
- [Drawing 5]The explanatory view of the optical work of the lens system 9 of drawing 1
- [Drawing 6]The explanatory view of the optical work of the lens system 9 of drawing 1
- [Drawing 7]The explanatory view of other embodiments of the prism component concerning this invention
- [Drawing 8]The explanatory view of other embodiments of the prism component concerning this invention
- [Drawing 9]Some important section schematic views of Embodiment 2 of this invention
- [Drawing 10]Some important section schematic views of Embodiment 3 of this invention
- [Drawing 11]The explanatory view of the optical work of Embodiment 3 of this invention
- [Drawing 12]The explanatory view of the optical work of Embodiment 3 of this invention
- [Drawing 13]The explanatory view of the light intensity distribution concerning Embodiment 3 of this invention
- [Drawing 14]The explanatory view of the light intensity distribution concerning Embodiment 3 of this invention
- [Drawing 15]Some important section schematic views of Embodiment 4 of this invention
- [Drawing 16]The important section schematic view of Embodiment 5 of this invention
- [Drawing 17]The important section schematic view of Embodiment 6 of this invention
- [Drawing 18]Some explanatory views of drawing 17
- [Drawing 19]Some explanatory views of drawing 17
- [Drawing 20]The explanatory view of the incidence state of the light flux to the entrance plane 10a of the optical integrator 10 of drawing 17
- [Drawing 21]The explanatory view of the opening state of a diaphragm
- [Drawing 22]Some important section schematic views of Embodiment 7 of this invention
- [Explanations of letters or numerals]
- 1 Light source
  - 2 Elliptic mirror
  - 3 Cold mirror
  - 5, 9 lens systems
  - 6, 6a, and 6b Prism component
  - 7 Parallel plate
  - 8 Optical element
  - 10 Optical integrator
  - 11 Stop member
  - 13 Mirror
  - 15 Reticle
  - 17 Projection optical system
  - 18 Wafer

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

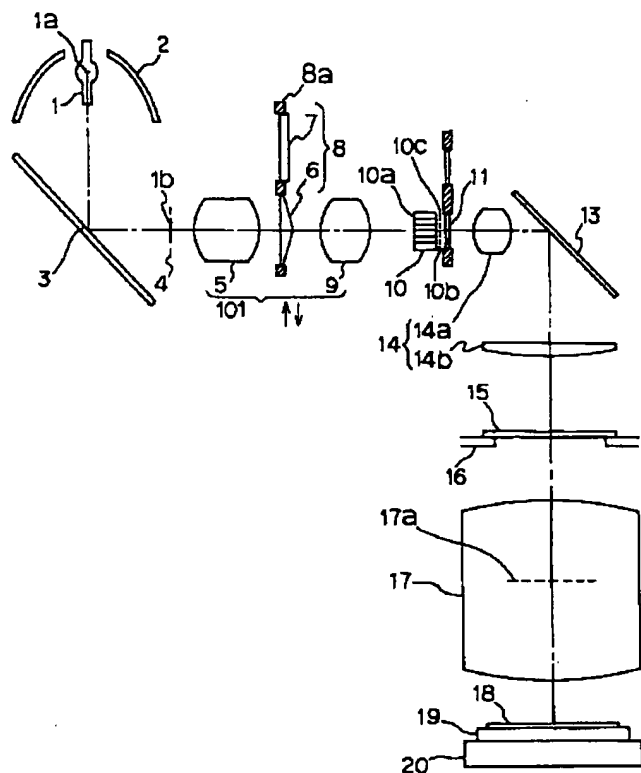
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

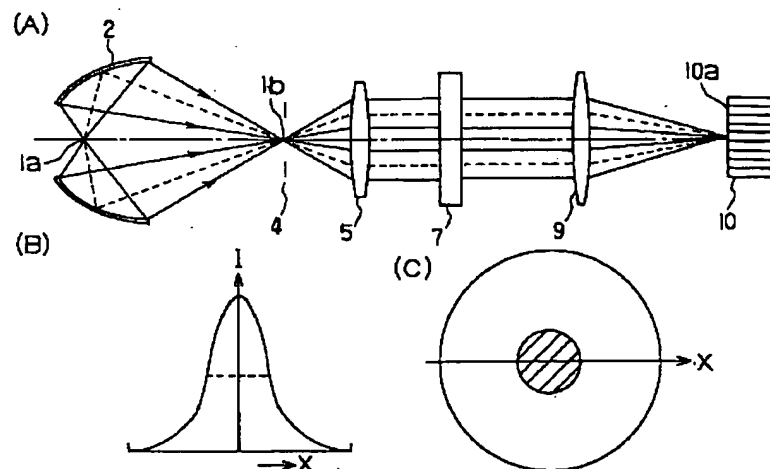
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

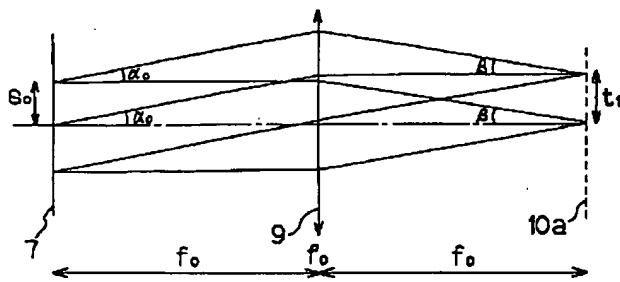
[Drawing 1]



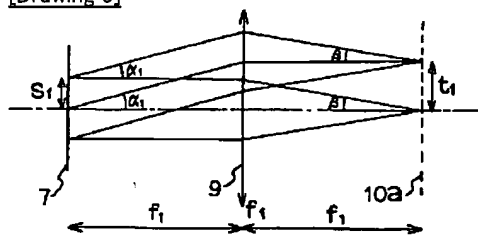
[Drawing 2]



[Drawing 4]



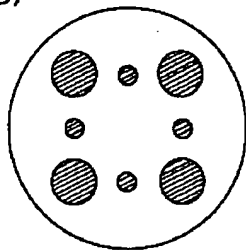
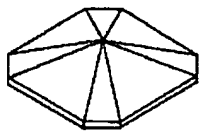
[Drawing 5]



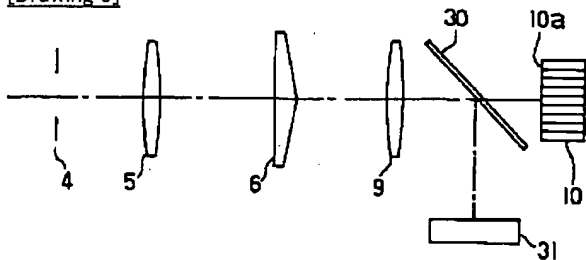
[Drawing 8]

(A)

(B)



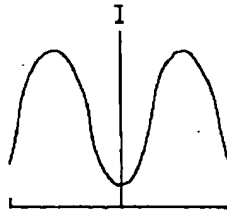
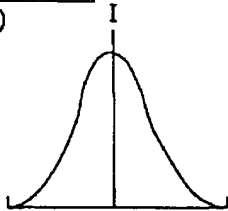
[Drawing 9]



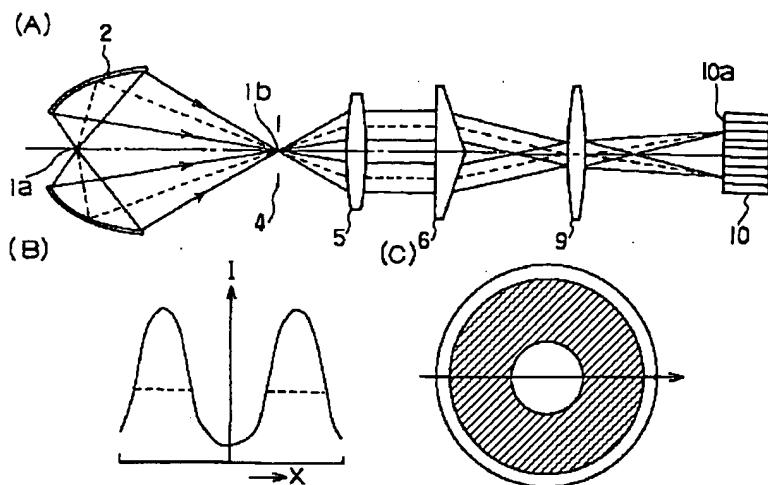
[Drawing 13]

(A)

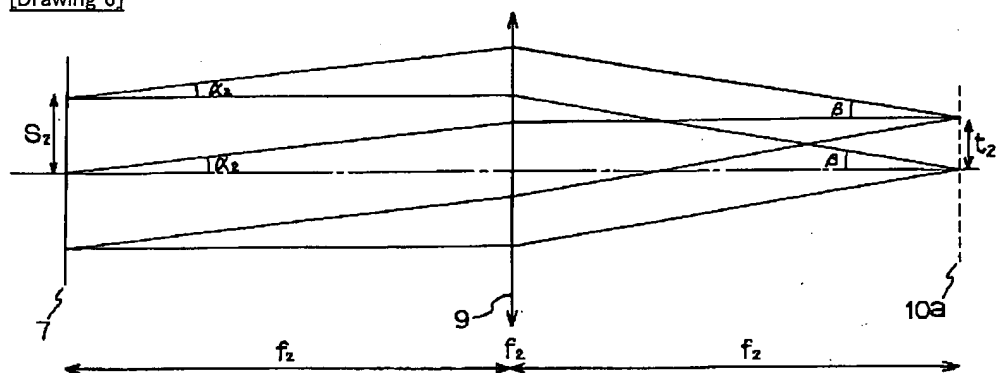
(B)



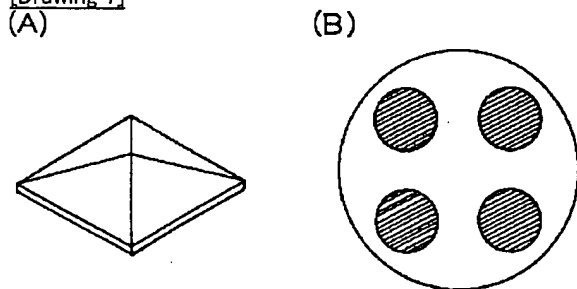
[Drawing 3]



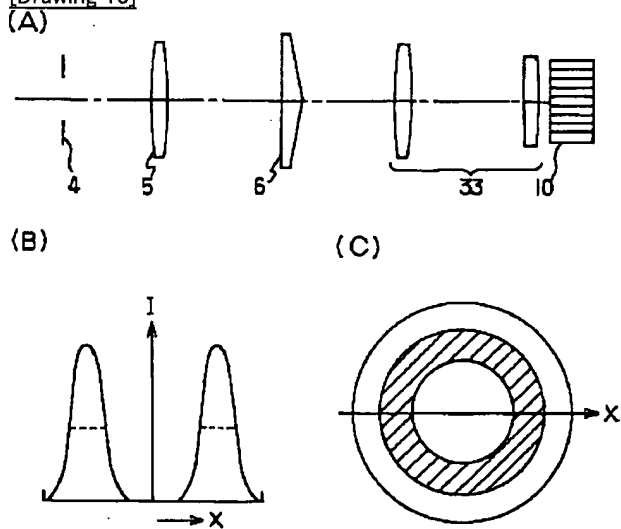
[Drawing 6]



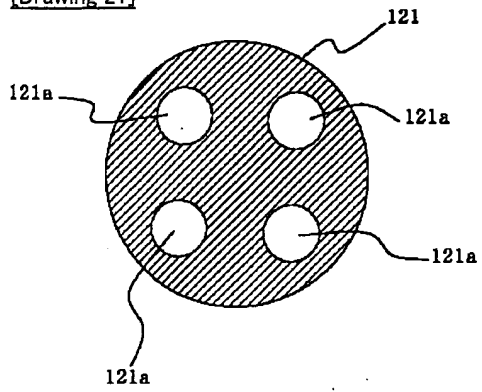
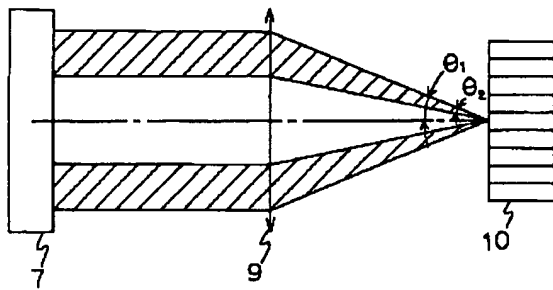
[Drawing 7]



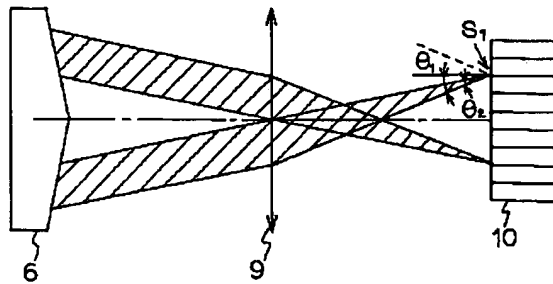
[Drawing 10]



[Drawing 21]

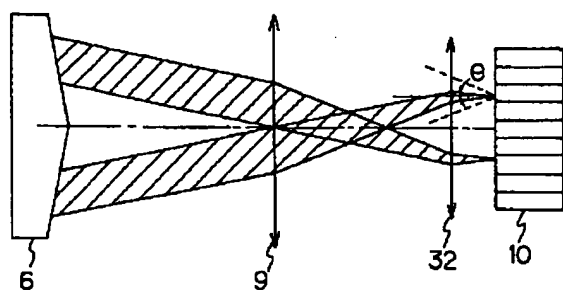
[Drawing 11]  
(A)

(B)

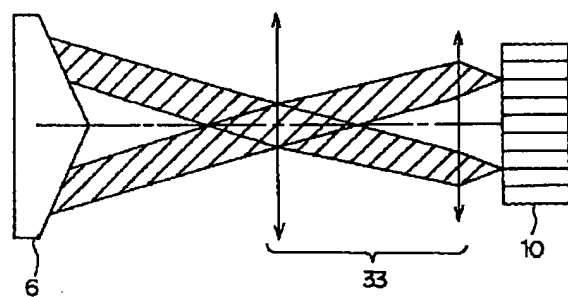


[Drawing 12]

(A)

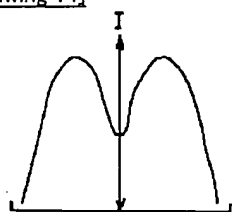


(B)

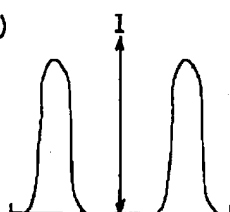


[Drawing 14]

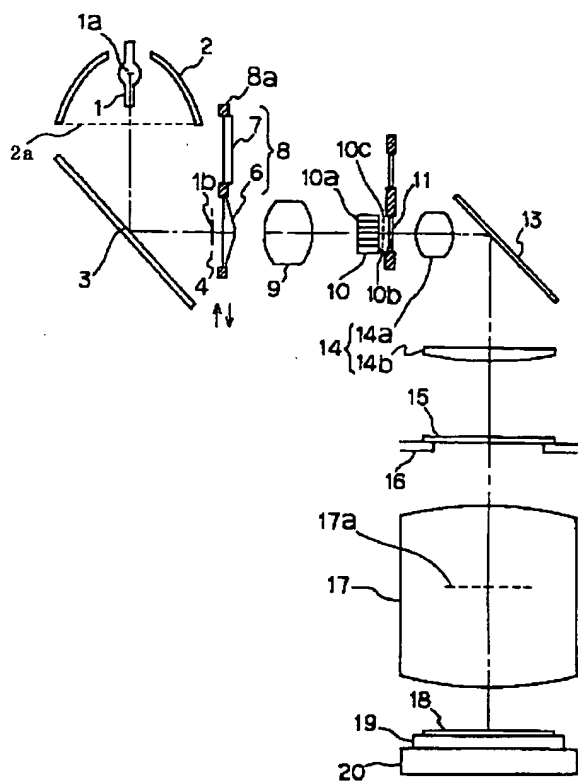
(A)



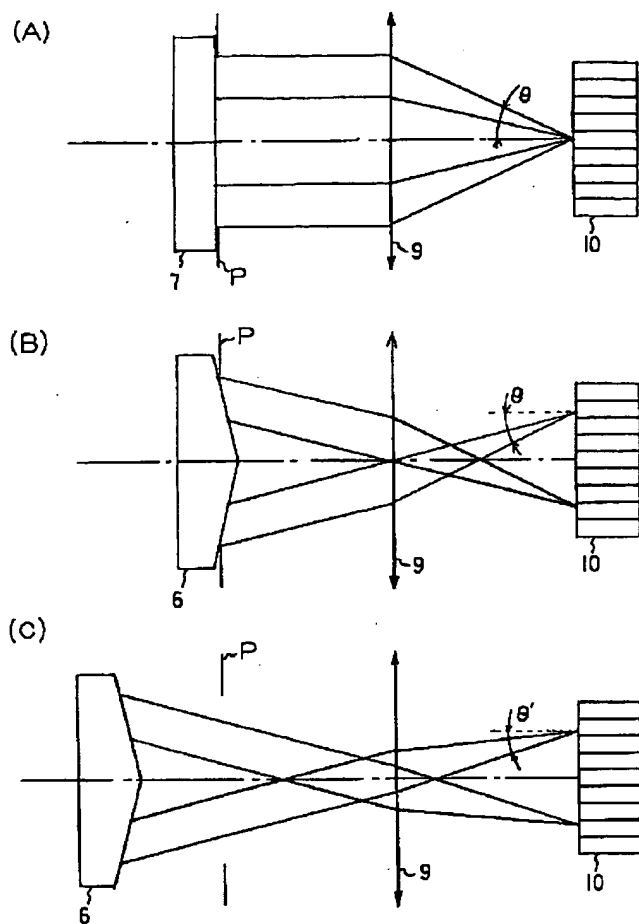
(B)

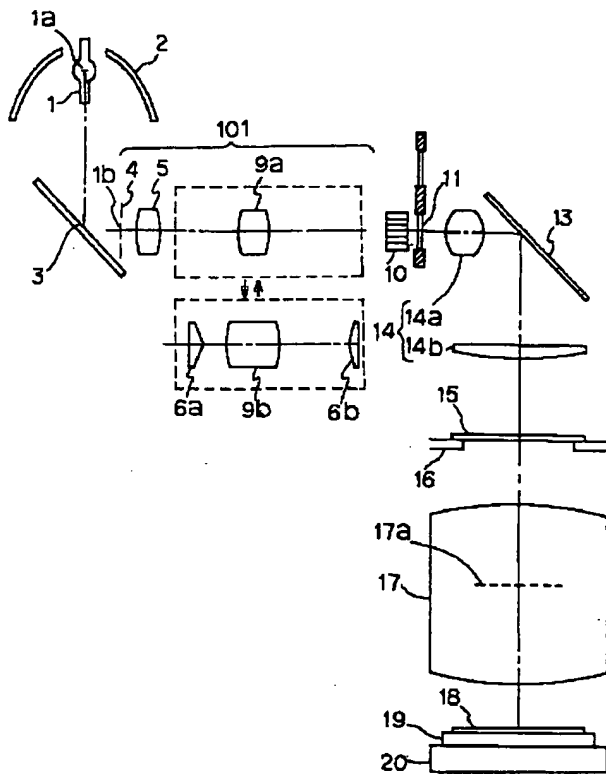


[Drawing 16]

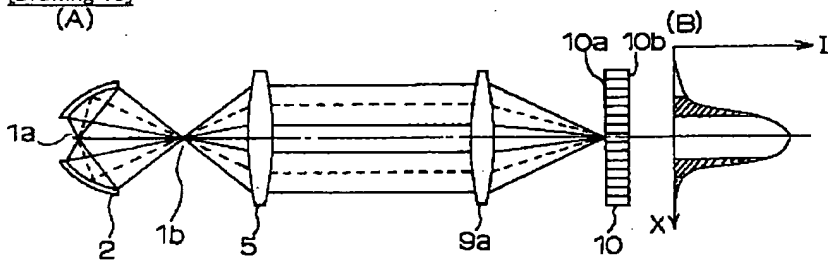


[Drawing 15]

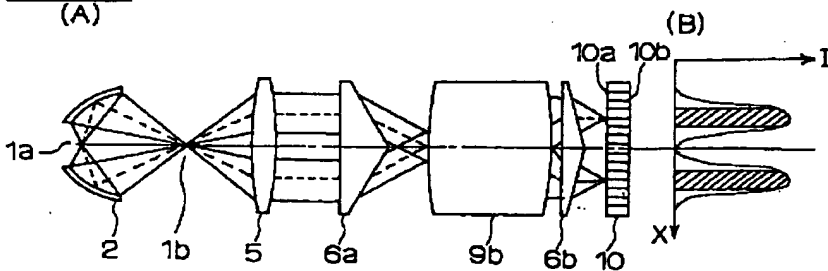
[Drawing 17]



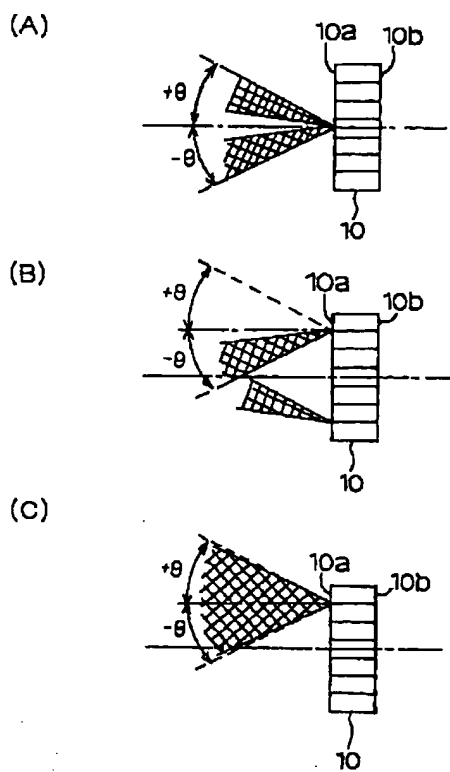
[Drawing 18]  
(A)



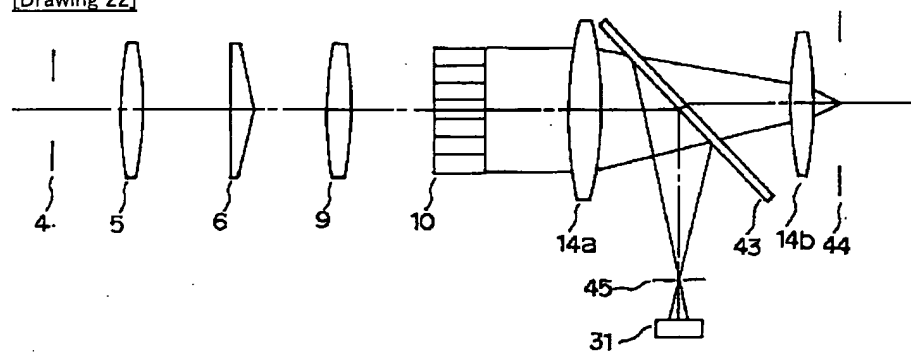
[Drawing 19]  
(A)



[Drawing 20]



[Drawing 22]



[Translation done.]



**Espacenet**

## Bibliographic data: JP 5283317 (A)

**Illumination device for projection exposure apparatus.**

**Publication date:** 1993-10-29

**Inventor(s):**

**Applicant(s):**

**Classification:**

- international: **G03F7/20; G03F7/207; H01L21/027; H01L21/30; (IPC1-7): G03F7/20; G03F7/207; H01L21/027**
- European: **G03F7/20T14; G03F7/20T16**

**Application number:** JP19920108632 19920331

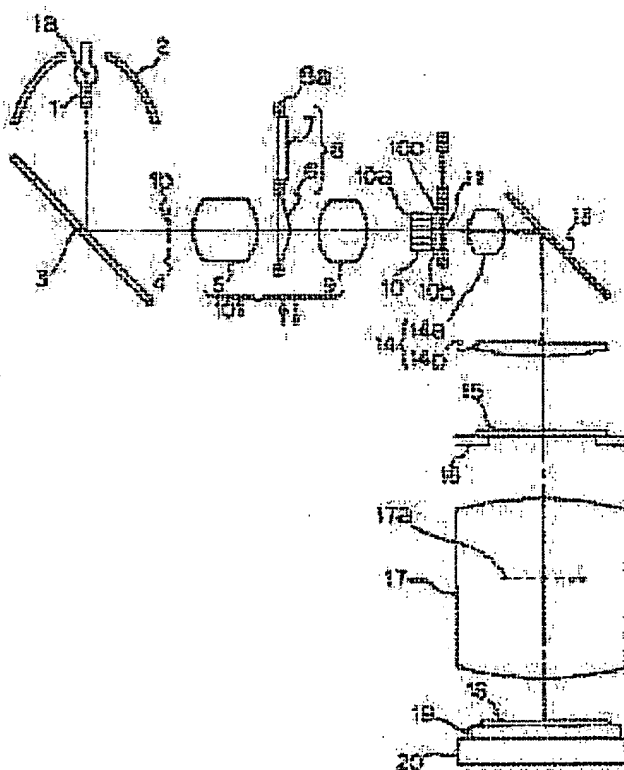
**Priority number (s):** JP19920108632 19920331

**Also published as:**

- [JP 3278896 \(B2\)](#)
- [EP 0564264 \(A1\)](#)
- [EP 0564264 \(B1\)](#)
- [US 5345292 \(A\)](#)
- [DE 69326630 \(T2\)](#)
- [more](#)

### Abstract of JP 5283317 (A)

**PURPOSE:**To enable projection exposure of high resolution by selecting an optimum illumination system according to the direction or line width of a pattern shape. **CONSTITUTION:**A light emitter 1 is arranged in a vicinity of the first focus of an elliptic mirror 2: an image of the light emitter 1 is formed in a vicinity of the second focus by a light flux from the light emitter 1 via the elliptic mirror 2, and an irradiation target face is illuminated by a light flux from the image of the light emitter 1 via an optical integrator 10 that is a two-dimensional array of a plurality of microlenses. At this time, an optical device 8 which deflects an incident light flux in a given direction and can be inserted into and extracted from a light path is arranged between the elliptic mirror 2 and the optical integrator 10 so that the distribution of light intensity of the incidence face of the optical integrator 10 may be altered.



Last updated:  
04.04.2011 Worldwide  
Database 5.7.20; 92p

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-283317

(43) 公開日 平成5年(1993)10月29日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7818-2H		
7/207	H	7818-2H		
		7352-4M	H 0 1 L 21/30	3 1 1 S
		7352-4M		3 1 1 L
審査請求 未請求 請求項の数13(全 15 頁)				

(21) 出願番号 特願平4-108632

(22) 出願日 平成4年(1992)3月31日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 塩澤 崇永

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ

ヤノン株式会社小杉事業所内

(72) 発明者 村木 真人

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ

ヤノン株式会社小杉事業所内

(72) 発明者 石井 弘之

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ

ヤノン株式会社小杉事業所内

(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

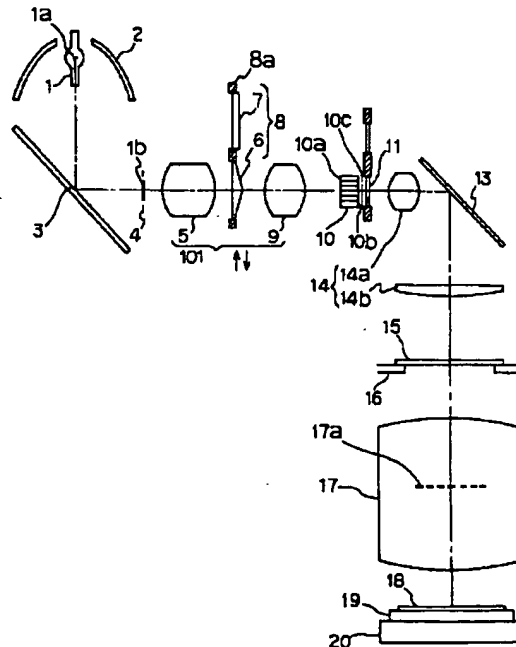
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置及びそれを用いた投影露光装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 パターン形状の方向や線幅等により最適な照明系を選択して高解像力の投影露光が可能な半導体素子の製造に好適な照明装置及びそれを用いた投影露光装置を得ること。

【構成】 楕円鏡2の第1焦点近傍に発光部1を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオプティカルインテグレート10を介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオプティカルインテグレートとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オプティカルインテグレートの入射面の光強度分布を変更するようにしたこと。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項2】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で被照射面を照明する際、該結像系の端面近傍に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項3】 光源からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該光源とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子により該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項4】 前記オブティカルインテグレータの入射面への光束の入射角度を変更する変更手段を有していることを特徴とする請求項1、2又は3の照明装置。

【請求項5】 前記オブティカルインテグレータの射出面近傍に中心部に比べ周辺部で多くの光を通過させる絞り部材を着脱可能に配置したことを特徴とする請求項1、2又は3の照明装置。

【請求項6】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の端面上の光強度分布を調整したことを特徴とする投影露光装置。

【請求項7】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を

2

結像系により複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該結像系の端面近傍に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の端面上の光強度分布を調整したことを特徴とする投影露光装置。

【請求項8】 光源からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により第2物体面上に投影露光する際、該光源とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子により該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の端面上の光強度分布を調整したことを特徴とする投影露光装置。

【請求項9】 前記オブティカルインテグレータの入射面への光束の入射角度を変更する変更手段を有していることを特徴とする請求項6、7又は8の投影露光装置。

【請求項10】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と、中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項11】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で被照射面を照明する際、該結像系の一部に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項12】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像が

らの光束で複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを

選択するようにしたことを特徴とする投影露光装置。  
 【請求項13】 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次元的に配列したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該結像系の一部に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴とする投影露光装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は照明装置及びそれを用いた投影露光装置に関し、具体的には半導体素子の製造装置である所謂ステッパにおいてレチクル面上のパターンを適切に照明し、高い解像力が容易に得られるようにした照明装置及びそれを用いた投影露光装置に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】 最近の半導体素子の製造技術の進展は目覚ましく、又それに伴う微細加工技術の進展も著しい。特に光加工技術は1MDRAMの半導体素子の製造を境にサブミクロンの解像力を有する微細加工の技術まで達している。解像力を向上させる手段としてこれまで多くの場合、露光波長を固定して、光学系のNA（開口数）を大きくしていく方法を用いていた。しかし最近では露光波長をg線からi線に変えて、超高圧水銀灯を用いた露光法により解像力を向上させる試みも種々と行なわれている。

【0003】 露光波長としてg線やi線を用いる方法の発展と共にレジストプロセスも同様に発展してきた。この光学系とプロセスの両者が相まって、光リソグラフィが急激に進歩してきた。

【0004】 一般にステッパの焦点深度はNAの2乗

に反比例することが知られている。この為サブミクロンの解像力を得ようとする、それと共に焦点深度が浅くなってくるという問題が生じてくる。

【0005】 これに対してエキシマレーザに代表される更に短い波長の光を用いることにより解像力の向上を図る方法が種々と提案されている。短波長の光を用いる効果は一般に波長に反比例する効果を持っていることが知られており、波長を短くした分だけ焦点深度は深くなる。

【0006】 短波長化の光を用いる他に解像力を向上させる方法として位相シフトマスクを用いる方法（位相シフト法）が種々と提案されている。この方法は従来のマスクの一部に、他の部分とは通過光に対して180度の位相差を与える薄膜を形成し、解像力を向上させようとするものであり、IBM社（米国）のLevensonらにより提案されている。解像力RPは波長を $\lambda$ 、パラメータを $k_1$ 、開口数をNAとすると一般に式

$$RP = k_1 \lambda / NA$$

で示される。通常0.7～0.8が実用域とされるパラメータ $k_1$ は、位相シフト法によれば0.35ぐらい迄大幅に改善できることが知られている。

【0007】 位相シフト法には種々のものが知られており、それらは例えば日系マイクロデバイス1990年7月号108ページ以降の福田等の論文に詳しく記載されている。

【0008】 しかしながら実際に空間周波数変調型の位相シフトマスクを用いて解像力を向上させるためには未だ多くの問題点が残っている。例えば現状で問題点となっているものとして以下のものがある。

- (イ)．位相シフト膜を形成する技術が未確立。
- (ロ)．位相シフト膜用の最適なCADの開発が未確立。
- (ハ)．位相シフト膜を付けれないパターンの存在。
- (ニ)．(ハ)に関連してネガ型レジストを使用せざるをえないこと。
- (ホ)．検査、修正技術が未確立。

【0009】 このため実際に、この位相シフトマスクを利用して半導体素子を製造するには様々な障害があり、現在のところ大変困難である。

【0010】 これに対して本出願人は照明装置を適切に構成することにより、より解像力を高めた露光方法及びそれを用いた露光装置の特願平3-28631号（平成3年2月22日出願）で提案している。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】 本出願人が先に提案した露光装置においては主として $k_1$ ファクターが0.5付近の空間周波数が高い領域に注目した照明系を用いている。この照明系は空間周波数が高いところでは焦点深度が深い。

【0012】 実際の半導体集積回路の製造工程はパター

5

ンの高い解像性能が必要とされる工程、それほどパターン  
の解像性能は必要とされない工程と種々様々である。  
従って現在求められているのは各工程独自に求められる  
解像性能への要求に対応できる投影露光装置である。

【0013】本発明は投影焼き付けを行なう対象とする  
パターン形状及び解像線幅に応じて適切な照明方法を  
その都度適用し、即ち最大20を越える工程数を有する  
集積回路製造工程に対応するため、従来型の照明系と高  
解像型の照明系を目的に応じて光束の有効利用を図りつ  
つ容易に切り替えることができ、高い解像力が容易に得  
られる照明装置及びそれをを用いた投影露光装置の提供を  
目的とする。

【0014】又、上記とは異なる高解像力の露光方法と  
して輪帯照明を利用したものが特開昭61-91622  
号公報で提案されている。同公報では輪帯照明と通常照  
明との切換の際に光線の利用効率を落とさない方法とし  
て、オブティカルインテグレータの前に円錐レンズを着  
脱可能とし、オブティカルインテグレータに入る光の分  
布を円錐レンズの着脱により周辺円輪状と中央集中型と  
に切り替え可能としている。

【0015】しかしながらこの方法は、輪帯照明には効  
果があるが、本出願人が先に提案した照明装置には余り  
効果がない。又オブティカルインテグレータに入る光の  
分布を周辺円輪状から中央集中型にする提案が特開昭5  
8-81813号公報、特開昭58-43416号公報、特開昭58-160914号公報、特開昭59-1  
43146号公報で提案されているが、これらの照明装  
置は輪帯照明には効果があるが、本出願人が先に提案し  
た照明装置には余り効果がない。

【0016】本発明は、輪帯照明だけではなく、本出願  
人が先に提案したパターン形状に応じて照明方法を変え  
る照明装置にも光束の利用効率を低下させないで照明す  
ることができる照明装置及びそれをを用いた投影露光装置  
の提供を目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の照明装置は、

(1-イ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該  
発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦  
点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光  
束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカ  
ルインテグレータを介して被照射面を照明する際、該楕  
円鏡とオブティカルインテグレータとの間に入射光束を  
所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を  
配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強  
度分布を変更するようにしたことを特徴としている。

【0018】(1-ロ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部  
を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕  
円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部  
の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列  
したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、

6

該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で被  
照射面を照明する際、該結像系の瞳面近傍に入射光束を  
所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を  
配置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強  
度分布を変更するようにしたことを特徴としている。

【0019】(1-ハ) 光源からの光束で複数の微小レ  
ンズを2次的に配列したオブティカルインテグレータ  
を介して被照射面を照明する際、該光源とオブティカル  
インテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させ  
る光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子  
により該オブティカルインテグレータの入射面の光強度  
分布を変更するようにしたことを特徴としている。

【0020】(1-ニ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部  
を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕  
円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部  
の像からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列し  
たオブティカルインテグレータを介して被照射面を照明  
する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレータとの間  
に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能  
な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配  
置して該オブティカルインテグレータの入射面の光強度  
が中心部分が強い回転対称の第1の状態と、中心部分に  
比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択  
するようにしたことを特徴としている。

【0021】(1-ホ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部  
を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕  
円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部  
の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列  
したオブティカルインテグレータの入射面に結像させ、  
該オブティカルインテグレータの射出面からの光束で被  
照射面を照明する際、該結像系の一部に入射光束を所定  
方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つ  
のプリズム部材を有する光学素子を配置して該オブティ  
カルインテグレータの入射面の光強度が中心部分が強い  
回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強  
い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを  
特徴としている。

【0022】又本発明の投影露光装置は、

(1-ヘ) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該  
発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦  
点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光  
束で複数の微小レンズを2次的に配列したオブティカ  
ルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照  
明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に  
投影露光する際、該楕円鏡とオブティカルインテグレー  
タとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より  
挿脱可能な光学素子を配置して該オブティカルインテグ  
レータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の  
瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴としている。

【0023】(1-ト) 楕円鏡の第1焦点近傍に発光部

7

を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列したオプティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オプティカルインテグレータの射出面からの光束で第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該結像系の瞳面近傍に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該オプティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴としている。

【0024】(1-チ)光源からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオプティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により第2物体面上に投影露光する際、該光源とオプティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な光学素子を配置して該光学素子により該オプティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度分布を調整したことを特徴としている。

【0025】(1-リ)楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像からの光束で複数の微小レンズを2次的に配列したオプティカルインテグレータを介して第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該楕円鏡とオプティカルインテグレータとの間に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オプティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴としている。

【0026】(1-ヌ)楕円鏡の第1焦点近傍に発光部を配置し、該発光部からの光束で該楕円鏡を介して該楕円鏡の第2焦点近傍に該発光部の像を形成し、該発光部の像を結像系により複数の微小レンズを2次的に配列したオプティカルインテグレータの入射面に結像させ、該オプティカルインテグレータの射出面からの光束で第1物体面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系を介して第2物体面上に投影露光する際、該結像系の一部に入射光束を所定方向に偏向させる光路中より挿脱可能な少なくとも2つのプリズム部材を有する光学素子を配置して該オプティカルインテグレータの入射面の光強度分布を変更し、該投影光学系の瞳面上の光強度が中心部分が強い回転対称の第1の状態と中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有する第2の状態とを選択するようにしたことを特徴としている。

【0027】

8

【実施例】図1は本発明の照明装置及びそれを用いた投影露光装置の一実施例を示す概略構成図であり、ステッパと呼ばれる縮小型の投影型露光装置に本発明を適用した例である。

【0028】図中1は紫外線や遠紫外線等を放射する高輝度の超高圧水銀灯等の光源でその発光部1aは楕円ミラー2の第1焦点近傍に配置している。

【0029】光源1より発した光が楕円ミラー2によって集光され、コールドミラー3で反射して楕円ミラー2の第2焦点近傍4に発光部1aの像(発光部像)1bを形成している。コールドミラー3は多層膜より成り、主に赤外光を透過させると共に紫外光を反射させている。

【0030】101は結像系であり、2つのレンズ系5、9を有しており、第2焦点近傍4に形成した発光部像1bを後述する光学素子8を介してオプティカルインテグレータ10の入射面10aに結像している。光学素子8は入射光束を所定方向に変更させる円錐プリズムより成るプリズム部材6と入射光束をそのまま射出させる平行平板7とを有している。

【0031】8aは保持部材であり、光学素子8のプリズム部材6と平行平板7を光路中に選択的に切替え配置するように構成している。平行平板7が光路中にあるときは結像系101は射出側でテレセントリックとなっている。光学素子8は結像系101の瞳面近傍に位置している。

【0032】オプティカルインテグレータ10は複数の微小レンズを2次的に配列して構成しており、その射出面10b近傍に2次光源10cを形成している。11は絞り部材であり、複数の開口部材を有しその開口形状が光路中で切替えられる機構を有している。絞り部材11は2次光源10cに対して、離散している2次光源が重なり合わない領域に配置している。

【0033】14aはレンズ系であり、オプティカルインテグレータ10の射出面10bからの光束を集光し、絞り部材11とミラー13を介してコリメータレンズ14bと共にレチクルステージ16に載置した被照射面であるレチクル15を照明している。レンズ系14aとコリメータレンズ14bは集光レンズ14を構成している。

【0034】17は投影光学系であり、レチクル15に描かれたパターンをウエハチャック19に載置したウエハ18面上に縮小投影している。20はウエハステージであり、ウエハチャック19を載置している。本実施例ではオプティカルインテグレータ10の射出面10b近傍の2次光源10cは集光レンズ14により投影光学系17の瞳17a近傍に形成されている。

【0035】本実施例ではレチクル15のパターンの方向性及び解像線巾等に応じて光学素子8のプリズム部材6、又は平行平板7を選択的に光路中に切り変えると共に必要に応じて絞り部材11の開口形状を変化させてい

9

る。これにより投影光学系17の瞳面17aに形成される2次光源像の光強度分布を変化させて前述の特願平3-28631号で提案した照明方法と同様にして高解像度が可能な投影露光を行なっている。

【0036】次に本実施例において光学素子8を利用することによりオプティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布を変更すると共に投影光学系17の瞳面17aに形成される2次光源像の光強度分布の変更方法について説明する。

【0037】図2、図3は各々図1の楕円鏡2からオプティカルインテグレート10に至る光路を展開した時の要部概略図である。図2、図3ではミラー3は省略している。図2、図3では、光学素子8の各要素6、7を切り替えてオプティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布を変更させている場合を示している。

【0038】図2は光学素子8のうちの平行平板7を光路中に配置した場合を、図3では光学素子8のうちのプリズム部材6を光路中に配置した場合を示している。

【0039】図2の照明系は主に高解像力をあまり必要とせず焦点深度を深くした投影を行う場合（第1の状態）であり、従来と同じ照明方法である。図3の照明系は本発明の特徴とする主に高解像力を必要とする投影を行う場合（第2の状態）である。

【0040】図2（C）、図3（C）はそれぞれオプティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布を模式的に示している。図中斜線の部分が他の領域に比べ光強度が強い領域である。図2（B）、図3（B）はそれぞれ図2（C）、図3（C）に示すX軸方向に沿った光強度Iの分布を示した説明図である。

【0041】図2では光学素子8の平行平板7を光路中に配置し、楕円鏡2の第2焦点4に形成した発光部像1bを結像系101によりオプティカルインテグレート10の入射面10aに結像させている。このとき図2（B）に示すように、オプティカルインテグレート10の入射面10aでのX方向の光強度分布は、略ガウス型の回転対称となっている。

【0042】図3では光学素子8のプリズム部材6を光路中に配置しオプティカルインテグレート10の入射面10aでの光強度分布は図3（B）、図3（C）に示すように、光軸部分が弱く周辺で強いリング状の光強度分布となっている。以下にこの理由について説明する。

【0043】図4は図2（A）の平行平板7とレンズ系9そしてオプティカルインテグレート10の入射面10aとの配置を模式的に示したものである。本実施例においては平行平板7とレンズ系9の前側主点位置及びレンズ系9の後側主点位置とオプティカルインテグレート10の入射面10aの光学的距離は、レンズ系9の焦点距離を $f_0$ とすると、それぞれ距離 $f_0$ となるように配置している。

【0044】このとき平行平板7を角度 $\alpha_0$ で射出する

10

光束の入射面10aへの光軸からの入射高 $t_1$ は、

$$t_1 = f_0 \cdot \tan \alpha_0$$

となる。平行平板7を通過する最外側の光束の光軸からの高さを $S_0$ とするとオプティカルインテグレート入射面10aへの入射角 $\beta$ は、

【0045】

【数1】

$$\beta = \tan^{-1} \left( \frac{S_0}{f_0} \right)$$

となる。

【0046】従って、平行平板7の位置（レンズ系9の前側焦点面）において光束の角度を振った時、オプティカルインテグレート10の入射面10aへの入射角を変えずに入射位置のみを変えることができる。

【0047】本実施例では以上の光学原理により、平行平板7から円錐プリズムより成るプリズム部材6に切替えることにより、オプティカルインテグレート10の入射面10aにおいて光軸部分が弱く周辺部で強いリング状の光強度分布に変更している。

【0048】オプティカルインテグレート10の入射面10aでの光強度分布は投影光学系17の瞳面17aに形成される有効光源の光強度分布に対応しているため、平行平板7からプリズム部材6に切替えることにより、投影光学系17の瞳面上で中心部分（光軸部分）に比べて周辺部分で光強度が強い有効光源の光強度分布を形成している。

【0049】尚、本実施例においてはオプティカルインテグレート10の射出面10b近傍に絞り部材11を設けており、この絞り部材11は例えば複数の開口を有しその開口形状を任意に変更させることができる機構を有している。この絞り部材11の開口形状は、投影光学系17の瞳面17aに形成される2次光源像の形状に対応させている。例えば中心部に比べ周辺部で多くの光を通過させる開口を有している。

【0050】本実施例では光学素子8のプリズム部材6への切替え、もしくはプリズム部材6への切替えと絞り部材11の開口形状の変更を併用することにより、光束の有効利用をはかりつつ、所望の有効光源形状を得ている。（尚本実施例において絞り部材11を特に設けなくても本発明の目的を達成することはできる。）本実施例においては以上のような構成により、先の特願平3-28631号で提案したようにレチクル15のパターンの最小線巾が比較的大きい時は従来の照明装置と同様に図2（A）で示す構成とし、オプティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布がガウス型となるようにしている（第1の状態）。

【0051】又、パターン最小線巾が小さい時は図3（A）で示す構成とし、オプティカルインテグレート1

0の入射面10aの光強度分布がリング状となるようにし、又絞り部材11の開口形状を変えることにより、高解像用の照明装置を実現している(第2の状態)。

【0052】尚、図2(A)の第1の状態において平行平板7を挿入しているのは、図3(A)の第2の状態ではプリズム部材6を挿入した状態と比べレンズ系5とレンズ系9との間の光路長さを最小限に抑えるためであり、プリズム部材6が薄い、又はレンズ系5とレンズ系9との間の光路長差が多少変わったところで、オブティカルインテグレート10以降の光学性能に影響はない等の時にはこの平行平板7を省略しても良い。

【0053】図5、図6は本実施例において結像系101を構成するレンズ系9の焦点距離 $f$ を変えたときの平行平板7を通過する光束の位置(射出高、 $S_1$ 、 $S_2$ )と偏向角( $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ )に対するオブティカルインテグレート10の入射面10aでの入射高(光軸からの高さ $t_1$ 、 $t_2$ )との関係を示した説明図である。

【0054】図5においてレンズ系9の焦点距離を $f_1$ としたとき $t_1 = f_1 \tan \alpha_1$ が成立する。又図6においてレンズ系9の焦点距離を $f_2$ としたとき $t_2 = f_2 \tan \alpha_2$ が成立している。

【0055】これらの式が示すように、レンズ系9の焦点距離 $f$ を大きくとれば、平行平板7の位置において小さい偏向角 $\alpha$ でオブティカルインテグレート10の入射面10aで所定の高さの入射位置 $t_1$ を得ることができる。このことは、レンズ系9の焦点距離 $f$ を大きくとれば第2の状態でのプリズム部材6の角度(プリズム角)を小さくすることができることを意味している。これによりそれだけ収差の出にくい結像系101を得ることができる。実際にはレンズ系9はプリズム部材6の大きさとの兼ね合いでプリズム角が $5^\circ \sim 20^\circ$ 程度になるような焦点距離に設定している。

【0056】本発明における光学素子8のプリズム部材6は円錐プリズムに限らず入射光束を所定方向に偏向させる部材であればどのような形状であっても良い。例えば図7(A)に示す4角錐プリズムや図8(A)に示す8角錐プリズム等の多角錐プリズムを用いても良い。

【0057】図7(B)、図8(B)は各々図7(A)、図8(A)のプリズム部材を用いた時のオブティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布を模式的に表わしている。図中斜線部分が他の部分に比べて光強度が強くなっている。

【0058】尚、本発明においてプリズム部材6は実施例1のように平行平板7とプリズム部材6の2種類の切り替えの他に3種類以上のプリズム部材と平行平板とを切り替え可能に構成しても良い。

【0059】本発明において図7(A)のような4角錐プリズムを光軸中心に回転し、時間的平滑化をすることにより、図3(C)のようなリング状の光強度分布を作っても良い。

【0060】又、プリズム部材を切り替えると同時に光源1を光軸方向に移動させ、光強度の強い領域の大きさを変えても良い。

【0061】図9は本発明の実施例2の一部分の要部概略図である。

【0062】本実施例では、図1の実施例1に比べてオブティカルインテグレート10よりも前方(光源1側)の光路中にハーフミラー30を設け、結像系101からの光束の一部を光検出器31(CCDや4分割センサー等)に入射させている点が異っており、その他の構成は同じである。

【0063】本実施例ではオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布を間接的に計測すると共に光強度分布をモニターするようにしている。これにより入射面10aでの光強度及び光強度分布の変動を調整している。

【0064】本実施例において例えば光学素子6を光軸に対して回転させたり、光軸に対して偏心させたりする機構を用いればオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布を所望の形に変更することが可能となる。

【0065】図10は本発明の実施例3の一部分の要部概略図である。

【0066】本実施例では図1の実施例1に比べてプリズム部材6を光路中に装着すると共にオブティカルインテグレート10の入射面10a側にレンズ系9の代わりに焦点距離の異なるレンズ系33を装着している点が異なっており、その他の構成は同じである。

【0067】本実施例ではオブティカルインテグレート10の入射面10aのより狭い領域に光を集中させて所望の形の光強度分布を得ている。

【0068】次に本実施例の光学的作用を図11、図12を用いて説明する。

【0069】図11、図12は光学素子8(プリズム部材6又は平行平板7)からオブティカルインテグレート10までの光路を模式的に示している。図13、図14はそのときのオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける一方の光強度分布を示している。

【0070】図11(A)は実施例1において従来の方式の照明を行うときの配置である。一般的にオブティカルインテグレート10に入射できる光線の角度は決まっており、図11(A)の場合その角度は $\theta_1$ である。オブティカルインテグレート10以前の光学系は、オブティカルインテグレート10への入射角度が角度 $\theta_1$ を越えないように設計される。この時のオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布はラグランジェ・ヘルムホルツの不変量から集光度が制限されてしまい、例えば図13(A)よりも集光度を良くすることはできない。これ以上の集光度を得ようとすると、オブティカルインテグレート10への入射角度が角度 $\theta$

1 を越えてしまう。

【0071】図11(B)は実施例1においてプリズム部材6を光路中に挿入した状態である。このときの入射面10aの光強度分布を図13(B)に示す。この時の光束の入射面10aへの入射点S<sub>1</sub>における最大入射角度は図11(A)と同じく $\theta_1$ である。しかし実際に入射してくる光束の有効光束角度は $\theta_2$ である。

【0072】ここで図12(A)に示すように光学素子32(プリズムやフィールドレンズ)を入射面10aの前方に入れることにより最大入射角を小さくすることが10 できる。この時の入射面10aの光強度分布を図14(A)に示す。

【0073】ここで最大入射角に余裕ができるため、プリズム部材6からオブティカルインテグレート10までの光学系の焦点距離を短くすれば、より高い集光度を得ることができる。図12(B)はその光学原理を利用して集光度を高めた例である。この時、光強度分布は図13(B)である。図12(B)ではリング形の光強度分布を得るためにプリズム部材6のプリズム角が大きくなっている。

【0074】本実施例では以上示したようにプリズム部材6を挿入したことにより、オブティカルインテグレート10の入射面10aにおける入射角は、その最大入射角が変わらずにかたよりが生じる。そのかたよりを補正し、入射角度の最適化を行うことにより、入射角に余裕ができ、その入射角が限界入射角になるまで集光度を高めている。

【0075】その具体的な手段としてプリズム部材6からオブティカルインテグレート10までの光学系のズーム化、前記光学系の切り替え化、オブティカルインテグレート10の前方にプリズム(プリズム部材6が円錐プリズムの場合円錐プリズム、四角錐プリズムの場合四角錐プリズム)の挿入、非球面レンズの挿入、もしくはこれらの併用等が適用可能である。

【0076】図15は本発明の実施例4の一部分の要部概略図である。

【0077】本実施例では図1の実施例1に比べて光学素子8(プリズム部材6や平行平板7の位置)を結像系101の瞳からずらし、レンズ系9の焦点距離を変えてオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布の集光化を図っている点が異っており、その他の構成は同じである。

【0078】図15においてPはレンズ系9の瞳面を表わしている。図15(A)は実施例1での第1の状態の照明状態を示したものであり、オブティカルインテグレート10への入射角は $\theta$ である。図15(B)は実施例1で第2の状態の照明状態を示したものであり、該入射角は図11(A)と同じ $\theta$ である。この時、プリズム部材6を瞳面Pからずらし図15(C)の如くP面での光束径を小さくすると、該入射角 $\theta'$ は図11(A)、

(B)の角度 $\theta_2$ よりも小さくできる。本実施例はこの時にレンズ系9の集点距離を変えてオブティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布の極所的集光化を図っている。

【0079】図16は本発明の実施例5の要部概略図である。

【0080】本実施例は図1の実施例1に比べて結像系101を構成するレンズ系5を削除し楕円鏡2の開口2aがレンズ系9によりオブティカルインテグレート10の入射面10aに結像するようにし、かつ光学素子8を楕円鏡2の第2焦点近傍に配置した点が異っており、その他の構成は同じである。

【0081】即ち、図1の実施例では光源1の発光部1a像をオブティカルインテグレート10の入射面10a上に形成し、光学素子8を光源1とオブティカルインテグレート10の間の楕円鏡2の開口2aの結像位置(開口2aの像の位置)近傍にもうけていた。

【0082】これに対し本実施例では楕円鏡2の開口2aの像をオブティカルインテグレート10の入射面10a上に形成し、光学素子8を光源1とオブティカルインテグレート10の間の発光部1aの結像位置(楕円鏡2の第2焦点位置)近傍に設けている。

【0083】又、本実施例ではレンズ系9の前側焦点位置と楕円鏡2の第2焦点位置とが略一致せしめられてレンズ系9により、第2焦点に形成した発光部像1bからの光をほぼ平行な光束に変換し、オブティカルインテグレート10の入射面10a上に向けている。尚、プリズム部材6が挿入されている場合、レンズ系9から4本の平行光束がオブティカルインテグレート10の入射面10a上に向けている。

【0084】図17は本発明の実施例6の要部概略図である。

【0085】本実施例は図1の実施例1に比べて光学素子8を光軸方向に少なくとも2つのプリズム部材6a, 6bを配置して構成し、オブティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布を変更する際には、即ち第2の状態とするときには光学素子8(プリズム部材6a, 6b)を光路中に装着すると共に結像系101を構成する一部のレンズ系9aを他のレンズ系9bと交換して軸外主光線の入射面10aへの入射角が小さくなるようにして光束の有効利用を図った点が異っており、その他の構成は同じである。

【0086】本実施例では照明方法として第1の状態では光路中にレンズ系9aを配置し(このとき光学素子8は用いていない。)オブティカルインテグレート10の入射面10aの光強度が即ち投影光学系17の瞳面17aでの光強度が中心部分が強い回転対称となるようにしている。

【0087】そして光学素子8(プリズム部材6a, 6b)を光路中に配置すると共にレンズ系9aの代わりに

焦点距離の異なるレンズ系9bを配置して第2の状態にしてオプティカルインテグレート10aの入射面10aへの主光線の入射角が小さくなるようにして、入射面10aの光強度が、即ち投影光学系17の瞳面17aでの光強度が中心部分に比べて周辺部分に強い領域を有するようにしている。

【0088】次に本実施例の構成上の実施例1と異なる特徴を中心について説明する。

【0089】図17においてレンズ系5は第2焦点近傍4に形成した発光部像1bからの光束を集光し、平行光束として射出している。結像系101（レンズ系5とレンズ系9a）は射出側でテレセントリックとなっている。集光レンズ14の少なくとも一部のレンズ系は光軸方向に移動可能となっており、これによりオプティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布を調整している。

【0090】本実施例では、レチクル15のパターンの方向性及び解像線巾等に応じて、結像系101の一部であるレンズ系9aを2枚のプリズム部材6a、6bを含んだ光学素子8とレンズ系9bとに切り替えてオプティカルインテグレート10の入射面10aでの光強度分布を変えると共に、必要に応じて絞部材11の開口形状を変化させ、投影光学系17の瞳面17aに形成される2次光源像の光強度分布を変化させている。

【0091】次に本実施例において光学素子8を利用することによりオプティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布を変更すると共に投影光学系17の瞳面17aに形成される2次光源像の光強度分布の変更方法について説明する。

【0092】図18、図19は各々図17の楕円鏡2からオプティカルインテグレート10に至る光路を展開したときの要部概略図である。図18、図19ではミラー3は省略している。図18、図19では、光学素子8の各要素を切り替えてオプティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布を変更させている場合を示している。

【0093】図18はレンズ系9aを光路中に配置した場合を、図19ではレンズ系9aを除去し、その代わりに光学素子8のプリズム部材6a、6bとレンズ系9bを光路中に配置した場合を示している。

【0094】図18の照明系は主に高解像力をあまり必要とせず焦点深度を深くした投影を行う場合（第1の状態）であり、従来と同じ照明方法である。図19の照明系は本発明の特徴とする主に高解像力を必要とする投影を行う場合（第2の状態）である。

【0095】図18（B）、図19（B）はそれぞれオプティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布を模式的に示している。図中斜線の部分が他の領域に比べ光強度が強い領域である。同図ではX軸方向に沿った光強度Iの分布を示している。

【0096】図20（A）、（B）、（C）は図18、図19の各システムにおいて、オプティカルインテグレート10に入射する光線の様子を模式的に示したものである。図中、 $\pm\theta$ はオプティカルインテグレート10に入射できる（オプティカルインテグレート10に入射後けられずに射出できる）光線の範囲（角度）を示したものである。又図中格子線の部分は、オプティカルインテグレート10に入射する光線のより光強度の大きい部分を表わしている。

【0097】図18（A）は通常の照明状態の時の光学配置を示している。この時オプティカルインテグレート10の入射面10aの光強度分布は、図18（B）に示すようなガウス分布に近い分布になっており、その入射角度は、図20（A）のようになっている。この状態で高解像度用の照明を行なう場合、オプティカルインテグレート10の後方又は前方に、図21に示すような開口121aを有する絞り121を挿入する方法がある。しかしながらこの場合、図18（A）の光強度分布図の斜線部の光束しか利用できないため、著しく照度が低下する。

【0098】そこで本実施例では図19（A）に示すようにレンズ系9aをより焦点距離の小さいレンズ系9bと交換し（レンズ系9bの焦点距離を $f_{9b}$ とした時、プリズム6aとレンズ系9b、レンズ系9bとオプティカルインテグレート10の入射面10aのそれぞれの光学距離はそれぞれ $f_{9b}$ となるように配置する）、オプティカルインテグレート10の入射面10aにおける光強度分布を図19（B）のようになっている。

【0099】そして適当なプリズム角度をもったプリズム部材6bをオプティカルインテグレート10の直前に挿入することにより光線入射角度（軸外光束の入射角度）が図20（C）のように小さくなるようにして、オプティカルインテグレート10に効率よく入射するようにしている。これにより入射光束のほとんどを照明光として使用するようにしている。

【0100】本実施例では以上のような原理のもとに図19（A）のような光学配置をとることにより、照射面での照度をあまり落とさずに高解像度用の照明を行っている。

【0101】本実施例において結像101の一部に設けるプリズム部材6a、6bは4角錐プリズムの他に、図8で示したような多角錐プリズム、4角錐プリズムであっても良い。

【0102】本実施例においては通常の照明状態である図18（A）のレンズ系9aを高解像度用の照明状態である図19（A）のレンズ系9bと交換する場合について説明したが、レンズ系9aを構成する各レンズを移動して（ズーム化して）レンズ系9bと同じ状態を作り出して（ズーム化して）一部ズーム化又は一部交換するように構成してもよい。

【0103】又、図21に示すような高解像度用の絞り121は必要に応じて付けても良いし、付けなくてもよい。又本実施例においては結像系101の倍率を変えるためにレンズ系9aの焦点距離を変えているが、レンズ系5の焦点距離を変えても良いし、レンズ系5とレンズ系9aの両方を変えてもよい。

【0104】本実施例において、通常の照明状態（第1の状態）と高解像度用の照明状態（第2の状態）を切り替えると、オブティカルインテグレータ10の入射面10aの光強度分布の違いにより、照射面での照度均一性（照度ムラ）が軸対称に変わってくる場合がある。このような場合、光学系14の一部のレンズを光軸方向に移動することにより、ディストーション等の収差を変え、照明面における軸対称な照度ムラを補正している。

【0105】上記実施例において、光学系14の後に照明面としてレチクル15を配置しているが、光学系14とレチクル15の間に結像系14を配置し、その結像系14におけるレチクル15の共役面を照明してもよい。

【0106】図22は本発明の実施例7の一部分の要部概略図である。

【0107】本実施例は図1の実施例1に比べてオブティカルインテグレータ10と被照射面15との間にハーブミラー43を設けて被照射面での露光量を検出するようにした点が異っており、その他の構成は実質的に同じである。

【0108】図22において44はレチクル面もしくは、レチクルと共役な面である。又45はピンホールであり、面44と光学的に共役な位置に置かれている。31は光検出器（CCDや4分割センサー等）である。

【0109】本実施例ではこのような構成をとることにより、被照射面の中心での有効光源分布をモニターすることができる。又本実施例においては光検出器31において、被照射面での露光量を同時にモニターすることも可能である。

【0110】尚、本実施例においてハーブミラー43をレンズ系13aとコリメーターレンズ14bとの間に配置した場合を示したが、ハーブミラー43はオブティカルインテグレータ10と被照射面15との間であればどこに配置してもよい。

【0111】

【発明の効果】本発明によれば投影露光するレチクル面上のパターンの細かさ、方向性などを考慮して、該パターンに適合した照明系を選択することによって最適な高解像力の投影露光が可能な照明装置及びそれを用いた投影露光装置を達成している。

【0112】又、本発明によればそれほど細かくないパターンを露光する場合には従来の照明系そのままを用いることができるとともに細かいパターンを露光場合には光量の損失が少なく高解像を容易に発揮できる照明装置を用いて大きな焦点深度が得られるという効果が得

られる。

【0113】又、照明系の変形で像性能がコントロールでき、投影光学系に対しては制約を加えないため、ディストーション、像面の特性などの光学系の主要な性質が照明系で種々変形を加えるのにも変わらず安定しているという効果を有した照明装置及びそれを用いた投影露光装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1の要部概略図

【図2】 図1の一部分の説明図

【図3】 図1の一部分の説明図

【図4】 図1のレンズ系9の光学作用の説明図

【図5】 図1のレンズ系9の光学作用の説明図

【図6】 図1のレンズ系9の光学作用の説明図

【図7】 本発明に係るプリズム部材の他の実施例の説明図

【図8】 本発明に係るプリズム部材の他の実施例の説明図

【図9】 本発明の実施例2の一部分の要部概略図

【図10】 本発明の実施例3の一部分の要部概略図

【図11】 本発明の実施例3の光学作用の説明図

【図12】 本発明の実施例3の光学作用の説明図

【図13】 本発明の実施例3に係る光強度分布の説明図

【図14】 本発明の実施例3に係る光強度分布の説明図

【図15】 本発明の実施例4の一部分の要部概略図

【図16】 本発明の実施例5の要部概略図

【図17】 本発明の実施例6の要部概略図

【図18】 図17の一部分の説明図

【図19】 図17の一部分の説明図

【図20】 図17のオブティカルインテグレータ10の入射面10aへの光束の入射状態の説明図

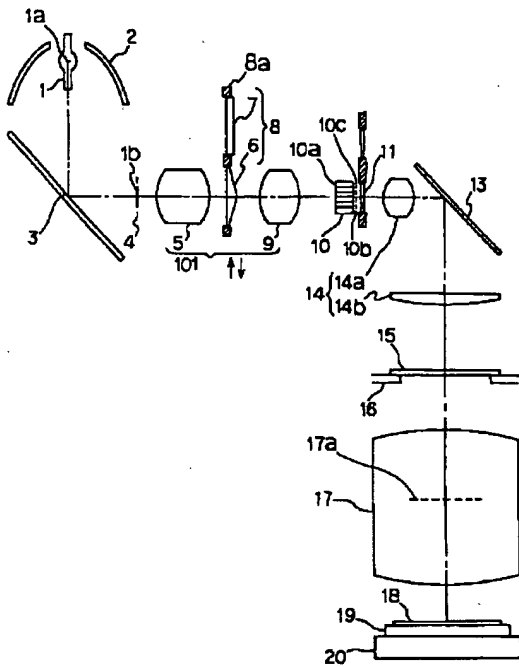
【図21】 絞りの開口状態の説明図

【図22】 本発明の実施例7の一部分の要部概略図

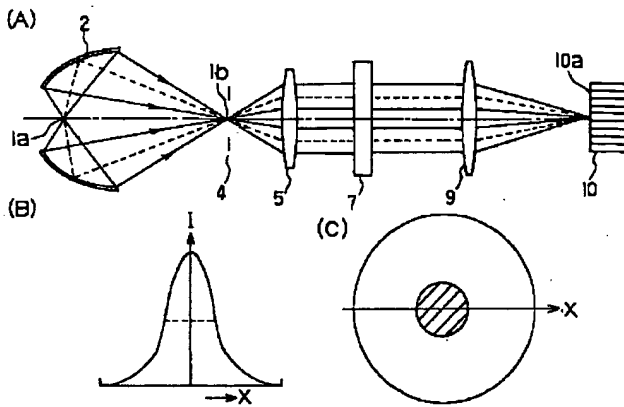
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 楕円鏡
- 3 コールドミラー
- 5, 9 レンズ系
- 6, 6a, 6b プリズム部材
- 7 平行平板
- 8 光学素子
- 10 オプティカルインテグレータ
- 11 絞り部材
- 13 ミラー
- 15 レチクル
- 17 投影光学系
- 18 ウエハ

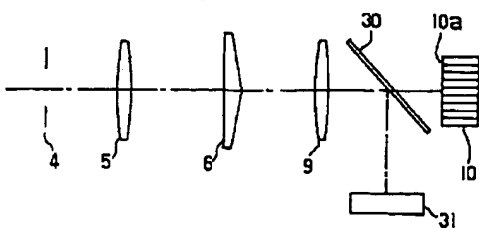
【図1】



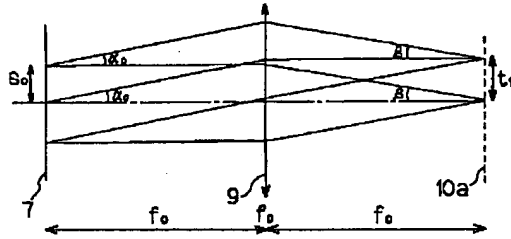
【図2】



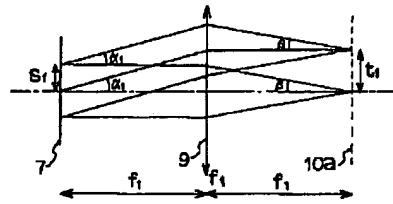
【図9】



【図4】

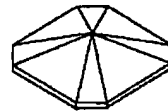


【図5】

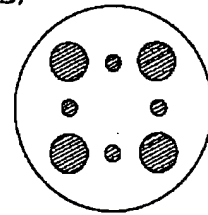


【図8】

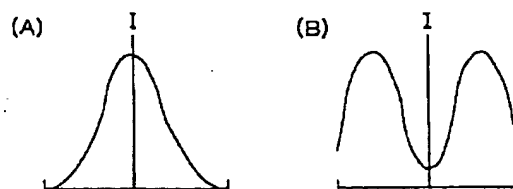
(A)



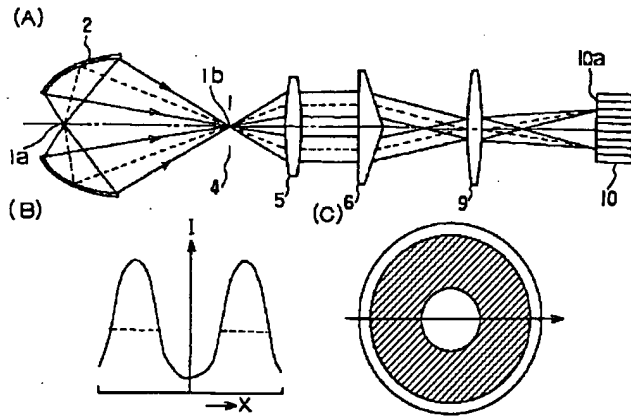
(B)



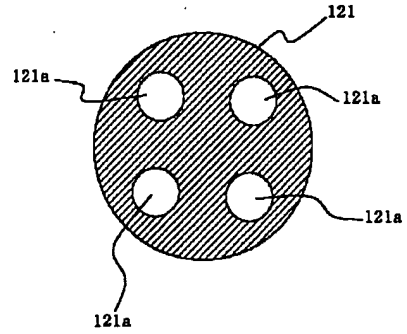
【図13】



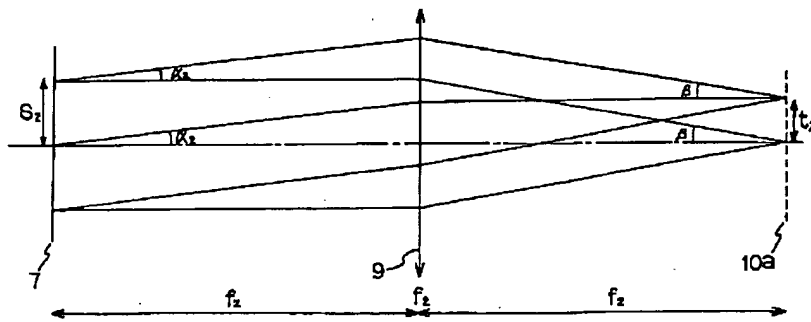
【図3】



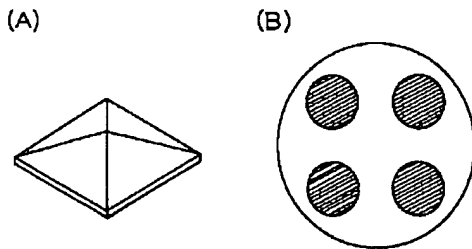
【図21】



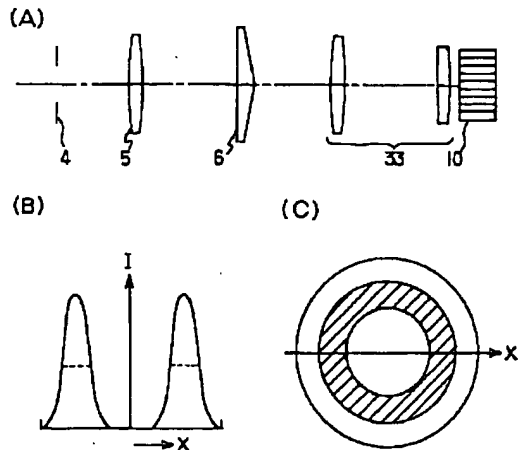
【図6】



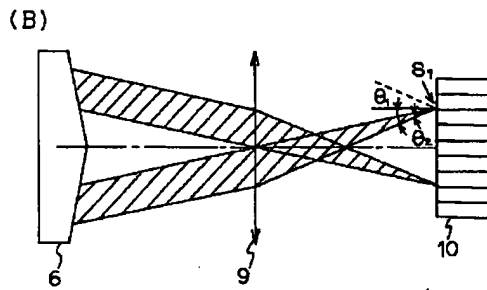
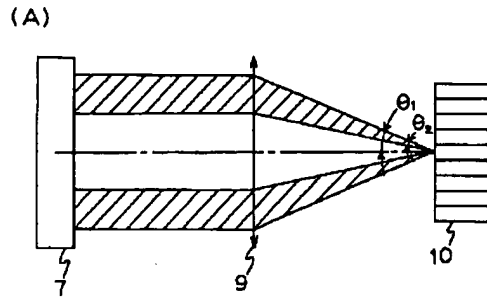
【図7】



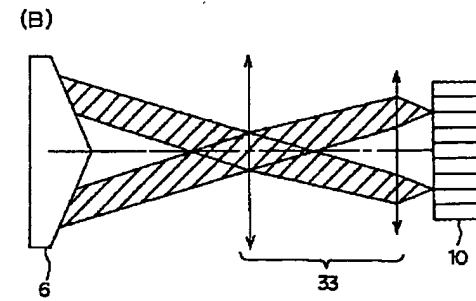
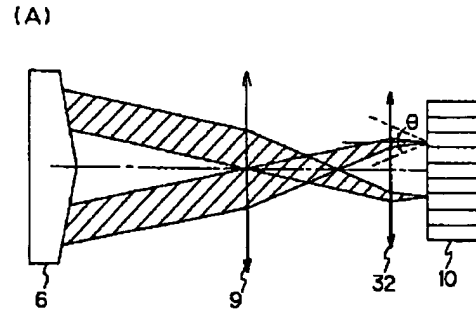
【図10】



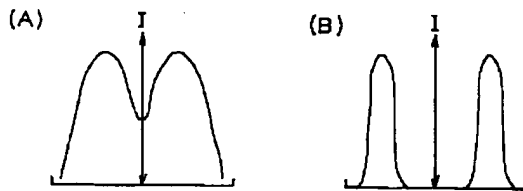
【図11】



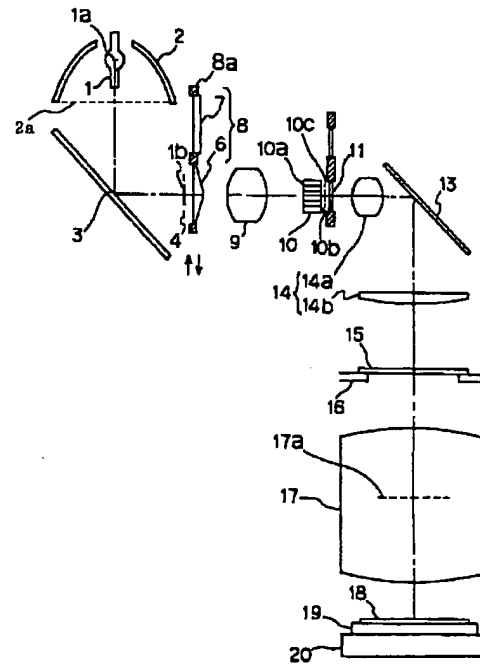
【図12】



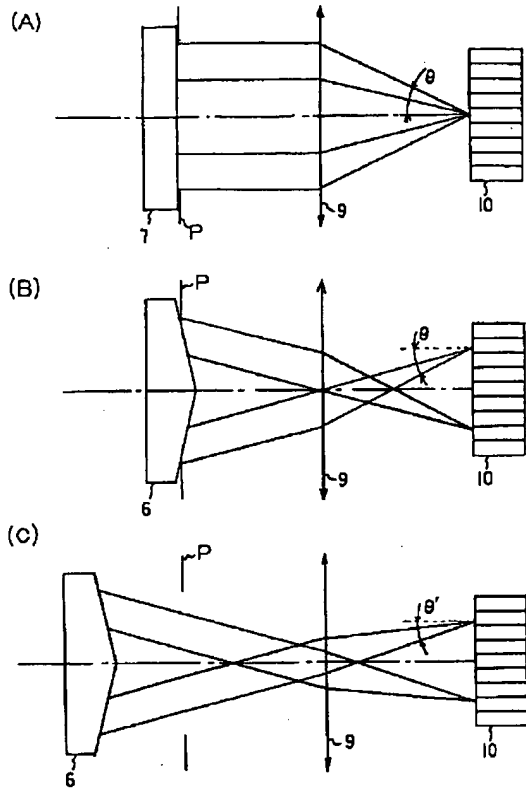
【図14】



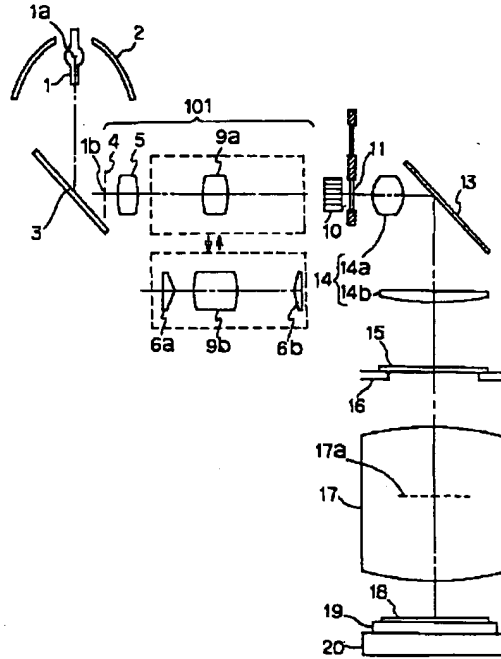
【図16】



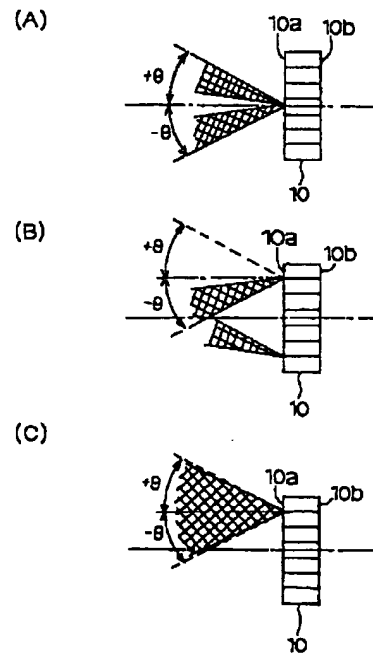
【図15】



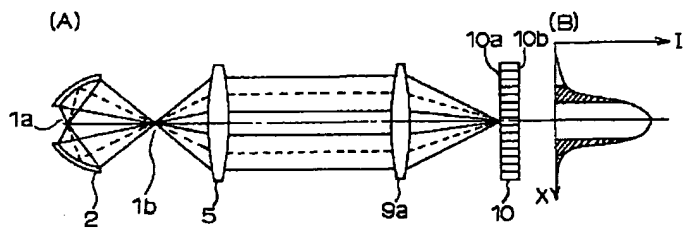
【図17】



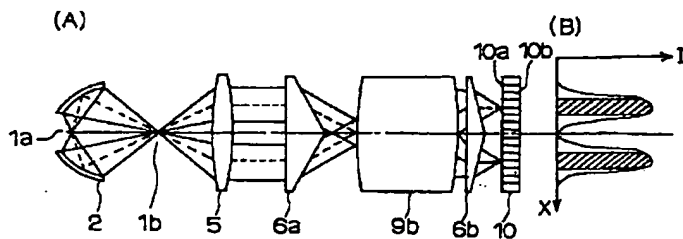
【図20】



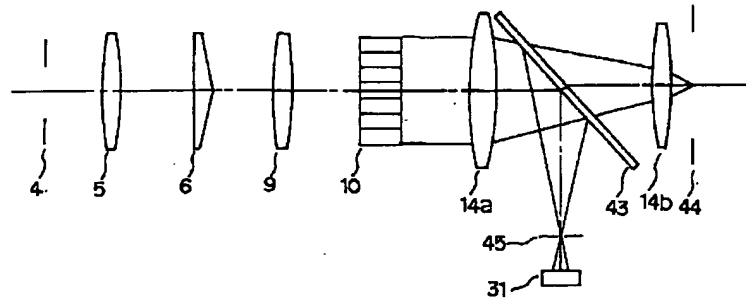
【図18】



【図19】



【図22】



---

フロントページの続き

(72)発明者 早田 滋  
神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ  
ヤノン株式会社小杉事業所内